



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO
DE AGUA PLUVIAL Y SANITARIA PARA LAS ZONAS 1 Y 2
DE CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

Carlos Enrique Corona Arenales

Asesorado por la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto

Guatemala, agosto de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO
DE AGUA PLUVIAL Y SANITARIA PARA LAS ZONAS 1 Y 2
DE CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES

ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO DE AGUA PLUVIAL Y SANITARIA PARA LAS ZONAS 1 Y 2 DE CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 28 de enero de 2015.


Carlos Enrique Corona Arenales



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 13 de julio de 2015
Ref.EPS.DOC.457.07.15

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.


Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Carlos Enrique Corona Arenales** con carné No.**200915139**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO DE AGUA PLUVIAL Y SANITARIA PARA LAS ZONAS 1 Y 2 DE CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
CDRSdP/ra



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 23 de julio de 2015
Ref.EPS.D.343.07.15

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO DE AGUA PLUVIAL Y SANITARIA PARA LAS ZONAS 1 Y 2 DE CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Carlos Enrique Corona Arenales, carné 200915139**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa Classon de Pinto.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora – Supervisora de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS

SJRS/ra





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
20 de julio de 2015

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO DE AGUA PLUVIAL Y SANITARIA PARA LAS ZONAS 1 Y 2 DE CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil **Carlos Enrique Corona Arenales**, con Carnet No. 2009-15139, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa Classon de Pinto.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Christa Classon de Pinto y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Carlos Enrique Corona Arenales, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO DE AGUA PLUVIAL Y SANITARIA PARA LAS ZONAS 1 Y 2 DE CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

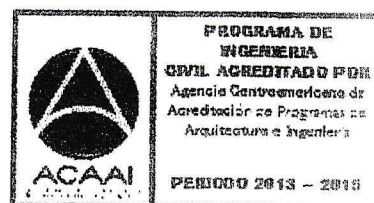

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, agosto 2015.

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua

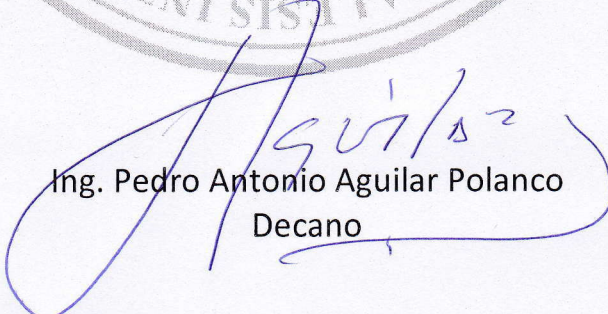




DTG. 407.2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO DE AGUA PLUVIAL Y SANITARIA PARA LAS ZONAS 1 Y 2 DE CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos Enrique Corona Arenales**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, 20 de agosto de 2015

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por bendecirme, protegerme y ser mi guía al darme la fuerza, voluntad y sabiduría para lograr todas mis metas en la vida.
Mis padres	Carlos Enrique Corona Alvarez y Guicela Mérida Arenales Mendoza de Corona, por la confianza depositada en mí, brindándome su apoyo incondicional, moral y económico durante toda mi vida.
Mis hermanos	Por apoyarme siempre de una manera incondicional y ser parte integral en mi vida.
Mis amigos	Por apoyarme siempre con sus conocimientos y por todas las experiencias vividas que de una u otra manera contribuyeron a la realización de este trabajo.
Mi novia	Por su apoyo incondicional durante todos estos años, gracias por estar junto a mí.
Municipalidad de Ciudad Vieja	Por permitirme realizar mi trabajo de graduación con ellos, especialmente a la Dirección Municipal de Planificación (DMP).

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Todopoderoso por darme la vida, llenarme de bendiciones y sabiduría para haber alcanzado mi meta.
Mi asesora	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, por brindarme todo su apoyo y conocimientos para la elaboración del presente trabajo.
Mis amigos	Que de una u otra manera contribuyeron en el presente trabajo.
Universidad de San Carlos de Guatemala	En especial a la Facultad de Ingeniería, por formarme como un profesional competente e integrarme al grupo de profesionales egresados de dicha Facultad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTADO DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía del municipio de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.....	1
1.1.1. Nombre de la comunidad.....	1
1.1.2. Reseña histórica.....	3
1.1.3. Ubicación y localización.....	4
1.1.4. Fiesta titular.....	5
1.1.5. Límites y colindancias.....	5
1.1.6. Extensión territorial.....	6
1.1.7. Vías de acceso.....	6
1.1.8. Clima y precipitación anual.....	6
1.1.9. Economía.....	7
1.2. Salud.....	7
1.2.1. Condiciones sanitarias.....	8
1.2.1.1. Agua potable.....	8
1.2.1.2. Sistema de alcantarillado sanitario.....	8
1.2.1.3. Desechos sólidos.....	9
1.2.2. Mortalidad y natalidad.....	9
1.2.3. Centros asistenciales.....	10

1.3.	Aspectos socioculturales	10
1.3.1.	Educación	10
1.3.2.	Analfabetismo	11
2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ZONAS 1 Y 2 CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ	13
2.1.	Justificación del diseño.....	13
2.1.1.	Alcances del proyecto.....	13
2.2.	Normas de diseño de alcantarillado sanitario	14
2.3.	Estudio topográfico.....	15
2.3.1.	Planimetría y altimetría	15
2.4.	Período de diseño	16
2.5.	Cálculo de población futura	17
2.6.	Factor de Harmon.....	18
2.7.	Velocidad de diseño	18
2.7.1.	Velocidad de arrastre	19
2.7.2.	Cálculo de caudales	19
2.7.2.1.	Caudal domiciliar	20
2.7.2.2.	Factor de caudal medio.....	20
2.7.2.3.	Caudal de diseño	22
2.8.	Relaciones hidráulicas.....	23
2.9.	Ejemplo de un tramo diseño alcantarillado sanitario	24
2.10.	Cotas invert	30
2.11.	Pozos de visita	31
2.12.	Desfogue	32
2.13.	Elaboración de planos	34
2.14.	Presupuesto	35
2.15.	Cronograma de ejecución	37
2.16.	Estudio de Impacto Ambiental.....	38

3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, ZONAS		
	1 Y 2 CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ		41
3.1.	Justificación del diseño		41
3.2.	Tipo de sistema a utilizar		41
3.3.	Normas de diseño de alcantarillado pluvial.....		42
	3.3.1. Tuberías.....		42
	3.3.2. Diámetro mínimo.....		43
	3.3.3. Velocidades mínimas y máximas.....		43
	3.3.4. Profundidad de tuberías.....		43
	3.3.5. Pozos de visita		44
	3.3.6. Diseño de tragantes.....		44
	3.3.7. Área de influencia		45
	3.3.8. Punto de desfogue.....		46
3.4.	Diseño alcantarillado pluvial		46
	3.4.1. Método racional		46
		3.4.1.1. Caudal de diseño pluvial	47
		3.4.1.2. Área tributaria.....	47
		3.4.1.3. Tiempo de concentración de cuenca.....	47
		3.4.1.4. Intensidad de lluvia.....	48
		3.4.1.5. Coeficiente de escorrentía	48
		3.4.1.6. Período de retorno	49
		3.4.1.7. Velocidad de flujo sección llena	50
3.5.	Ejemplo de un tramo diseño alcantarillado pluvial		50
3.6.	Rejillas		54
3.7.	Elaboración de planos		55
3.8.	Presupuesto.....		55
3.9.	Cronograma de ejecución.....		57
3.10.	Estudio de Impacto Ambiental		58

CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	61
BIBLIOGRAFÍA.....	63
APÉNDICES.....	65
ANEXO.....	67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa del municipio de Ciudad Vieja, Sacatepéquez	1
2.	Mapa de la zonas 1 y 2 del municipio de Ciudad Vieja, Sacatepéquez	2

TABLAS

I.	Presupuesto, sistema alcantarillado sanitario zonas 1 y 2 Ciudad Vieja, Sacatepéquez	36
II.	Cronograma de ejecución, sistema alcantarillado sanitario zonas 1 y 2 Ciudad Vieja, Sacatepéquez	37
III.	Presupuesto, sistema alcantarillado pluvial zonas 1 y 2 Ciudad Vieja, Sacatepéquez	56
IV.	Cronograma de ejecución, sistema alcantarillado pluvial zonas 1 y 2 Ciudad Vieja, Sacatepéquez	57

LISTADO DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Ast	Área de sección llena
Q	Caudal de diseño
Qdom	Caudal domiciliar
C	Coeficiente de escorrentía
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
Ø	Diámetro tubería
FQM	Factor de caudal medio
FH	Factor Harmon
I	Intensidad de lluvia
Km	Kilómetro
n	Período de diseño
T	Período de retorno
St	Pendiente de terreno
Pf	Población futura

GLOSARIO

Alcantarillado sanitario	Es la red generalmente de tuberías, a través del cual se deben evacuar, en forma rápida y segura, las aguas residuales a un punto de desfogue o planta de tratamiento.
Alcantarillado pluvial	Es el sistema que capta y conduce las aguas de lluvia para su disposición final. Este puede ser infiltración, almacenamiento o depósitos y cauces naturales.
Alcantarillado	Sistema de tuberías y construcciones usado para la recolección y transporte de las aguas residuales, industriales y pluviales de una población desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten.
Alcantarillado sanitario combinado	Es el sistema que capta y conduce simultáneamente al 100 % las aguas de los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario.
Altimetría	Es la rama de la topografía que se encarga de medir el cambio de alturas entre un punto y otro representando en conjunto el relieve del terreno.

Caudal	Es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto por unidad de tiempo.
Colector	Es el tramo del alcantarillado público que conecta diversos ramales de una alcantarilla.
Cota invert	Es la cota que determina la localización de la parte inferior interior de la tubería.
Escorrentía	Son las aguas que caen y corren sobre los techos de los edificios, en calles, aceras y en cualquier otra superficie.
Infom	Instituto de Fomento Municipal.
Período de diseño	Es el tiempo elegido al iniciar el diseño, para el cual se determinan las características del pavimento, evaluando su comportamiento para distintas alternativas a largo plazo, con el fin de satisfacer las exigencias del servicio durante el periodo de diseño elegido, a un costo razonable.
Planimetría	Consiste en proyectar sobre un plano horizontal los elementos de la poligonal como puntos, líneas rectas, curvas, diagonales, contornos, superficies, cuerpos, y otros; sin considerar su diferencia de elevación.

Saneamiento

Es la recogida y transporte del agua residual y el tratamiento tanto de esta como de los subproductos generados en el curso de esta actividad, de forma que su evacuación produzca el mínimo impacto en el medio ambiente.

Topografía

Ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales.

RESUMEN

El municipio de Ciudad Vieja, Sacatepéquez se encuentra situado a 1 550 metros sobre el nivel del mar, debido al crecimiento poblacional y comercial ha ido en aumento. Por ello se debe cubrir necesidades básicas de infraestructura y saneamiento ambiental.

El sistema de alcantarillado existente está diseñado de forma separada para cada zona del municipio, es decir no forman parte de un sistema completo. Estos no son suficientes para cubrir la demanda existente, por lo que la separación de las aguas hará que se logre un mejor servicio para el pueblo y evitará que se den las inundaciones previstas.

El proyecto beneficiará a los pobladores de las zonas 1 y 2 del municipio, el cual consiste en el diseño de un sistema completo de alcantarillado pluvial y alcantarillado sanitario. Es una necesidad para la comunidad, ya que en cada invierno sufren de inundación y contaminación, cuando el alcantarillado sanitario existente rebalsa y no logra darse abasto.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial de la zona 1 y 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.

Específicos

1. Identificar las diversas necesidades que aquejan al municipio de Ciudad Vieja, Sacatepéquez para dar la mejor solución posible.
2. Realizar el diseño del alcantarillado sanitario y pluvial con la memoria de cálculo correspondiente.

INTRODUCCIÓN

La población del municipio de Ciudad Vieja posee necesidades básicas que se deben cubrir, para lograr un desarrollo comunitario. Por lo que es necesario abastecer con servicios básicos y control de enfermedades. De acuerdo a un diagnóstico realizado en el municipio de Ciudad Vieja se determinó que el área de las zonas 1 y 2 son los que necesitan mayor atención para cubrir las necesidades tales como el desfogue del agua pluvial y sanitaria para ser tratadas posteriormente.

El casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, todos los años en época de invierno, sufre de inundaciones causando problemas como dificultad en la locomoción. Asimismo, la inundación de viviendas y negocios es debido a que las aguas pluviales corren por la superficie de las calles y estas no tienen un sistema de alcantarillado pluvial, ya que el existe no se da abasto para satisfacer la demanda de la población ubicada en las zonas 1 y 2. Por ello dichos elementos que intervienen en la evacuación de las aguas servidas se conducen hacia los desfogues.

Coordinando esfuerzos entre la Municipalidad de Ciudad Vieja, Sacatepéquez y la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se realizará el estudio técnico profesional del diseño de sistema de alcantarillado pluvial y sanitario del casco urbano en las zonas 1 y 2 de Ciudad Vieja, Sacatepéquez. Por lo que este Ejercicio Profesional Supervisado estará orientado hacia el planteamiento de soluciones del diseño de la separación de aguas pluviales y sanitarias, que podría mejorar la problemática de esta comunidad.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Ciudad Vieja, Sacatepéquez

A continuación se resaltan diversos aspectos que ayudan al análisis del comportamiento del municipio de Ciudad Vieja en estudio.

1.1.1. Nombre de la comunidad

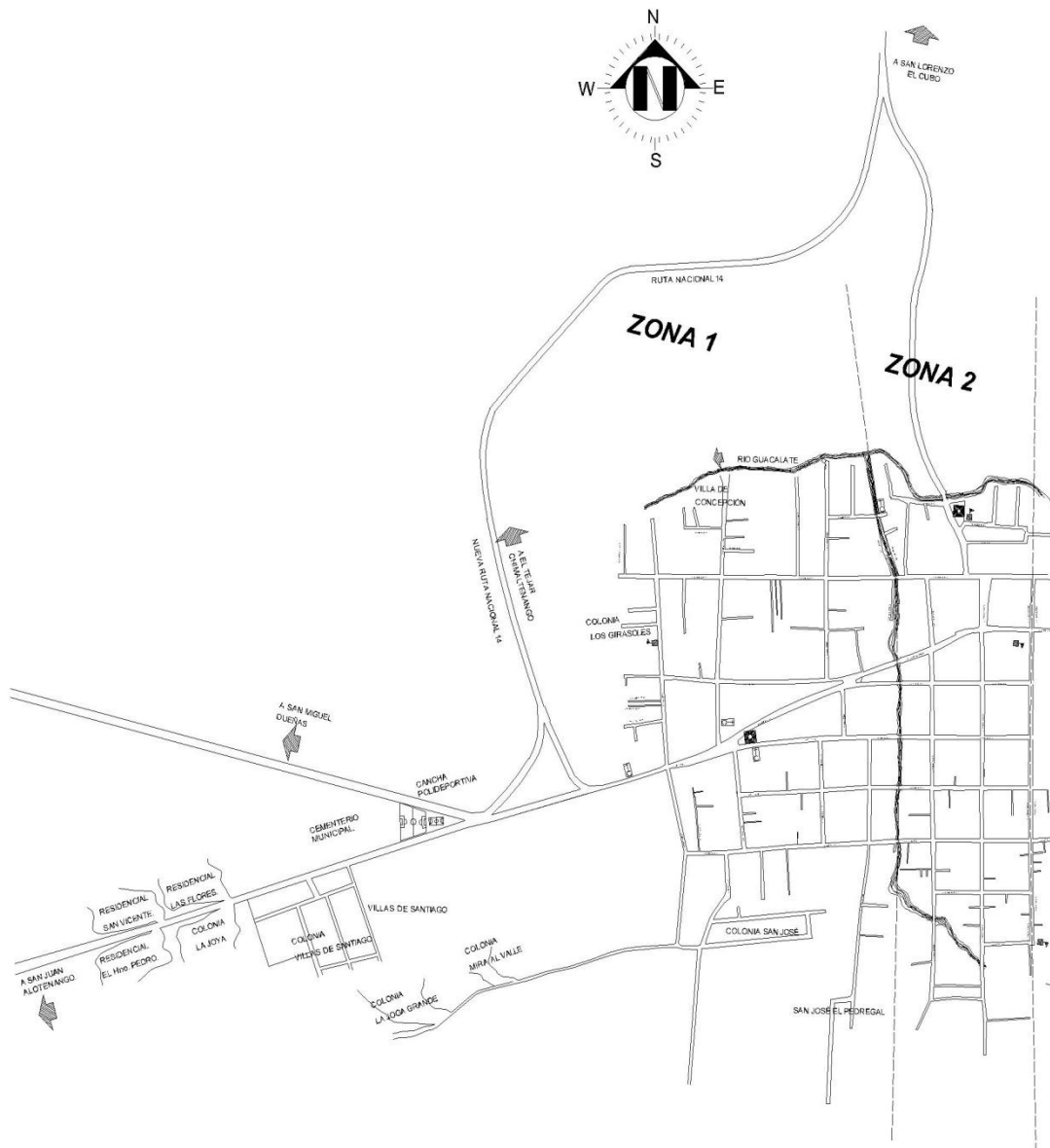
La comunidad que se trabajará serán las zonas 1 y 2, municipio de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.

Figura 1. Mapa del municipio de Ciudad Vieja, Sacatepéquez



Fuente: Dirección Municipal de Planificación, Ciudad Vieja, Sacatepéquez, Guatemala.

Figura 2. Mapa de la zonas 1 y 2 del municipio de Ciudad Vieja, Sacatepéquez



**CIUDAD VIEJA
SACATEPÉQUEZ**

Fuente: Dirección Municipal de Planificación, Ciudad Vieja, Sacatepéquez, Guatemala.

1.1.2. Reseña histórica

La capital del Reino de Guatemala llamada Santiago de Guatemala se asentó en el valle de Almolonga en 1527, en las faldas del volcán de Agua y que ahora se conoce como Ciudad Vieja. La causa del traslado fueron los constantes ataques de los cakchiqueles al original asentamiento de la capital en la vecindad de Iximché en lo que hoy es la ciudad de Tecpán.

Los conquistadores españoles lograron una alianza con los cakchiqueles en Iximché, y construyeron el Fuerte Villa Santiago en su vecindad. La breve alianza se terminó debido al cobro de excesivas demandas tributarias por Pedro de Alvarado y su ejército resultando en constantes ataques al fuerte.

En septiembre de 1541, después de 15 años en el valle de Almolonga, aconteció una fatal inundación cuando el agua acumulada en el cráter del volcán Hunapú (volcán de Agua), descendió hacia la ciudad debido a la ruptura del cráter dejando a la ciudad en escombros, destruyendo la ciudad y donde pereció doña Beatriz de la Cueva, gobernadora del reino el séquito de sus doncellas y numerosos vecinos.

Atemorizados los sobrevivientes a esa tragedia decidieron buscar un nuevo paraje más alejado del volcán. Siendo gobernadores interinos del reino, el obispo de Guatemala, licenciado Francisco Marroquín, y don Francisco de la Cueva, acordaron asentar la ciudad de Santiago de Guatemala (hoy Antigua Guatemala) en el valle de Panchoy, el 22 de octubre de 1541 y, en forma oficial el 10 de marzo de 1543, cuando el citado valle de Cabildo celebra su primera sesión en el mismo.

Ciudad Vieja, desde mediados del siglo XIX, ostentaba la categoría de cabecera municipal del departamento de Sacatepéquez. Este municipio está considerado por muchas razones uno de los principales del departamento, motivo por el cual es frecuentemente visitado por nacionales y extranjeros.

1.1.3. Ubicación y localización

El municipio de Ciudad Vieja se encuentra situado en la parte sur del departamento de Sacatepéquez, en la Región V o región central. Se localiza en la latitud 14° 31' 26" y en la longitud 90° 45' 42". Se encuentra a una altitud de 1 518,74 metros sobre el nivel del mar (SNM), y por encontrarse en las faldas del volcán de Agua presenta un relieve con acusadas pendientes el municipio.

La distancia en kilómetros a la cabecera departamental y municipios a sus alrededores son:

	Distancia (km)
• Antigua Guatemala	5
• Santa María de Jesús	2
• San Juan Alotenango	7
• San Pedro las Huertas	2
• San Miguel Dueñas	4
• Guatemala	48

1.1.4. Fiesta titular

La fiesta titular del municipio se llevó a cabo en honor a la Santísima Virgen de Concepción que cariñosamente se le llama La Chapetona. La festividad da comienzo con actos culturales, la elección, coronación y baile social de la señorita Ciudad Vieja, durante la festividad se realizan los bailes folklóricos como: el baile de los 24 Diablos, los Ángeles Caídos, baile de las 7 Virtudes, baile del Rey Quiché, el baile de los Toritos, la Conquista y otros bailes que salen en el tradicional convite del 7 de diciembre, el día 8 de diciembre es el día de la Santísima Virgen de Concepción y da inicio con la serenata en su honor. De esta manera iniciaron las festividades patronales, el repique de campanas anunciando la santa misa de acción de gracias, en su honor, y la quema de pólvora frente al atrio de la catedral de la purísima Concepción, anuncian el gran día y dan paso al tradicional rezado de la Santísima Virgen.

1.1.5. Límites y colindancias

El municipio de Ciudad Vieja, Sacatepéquez está colindado de la siguiente forma:

Norte: con los municipios de San Antonio Aguas Calientes y Antigua Guatemala (Sacatepéquez).

Sur: con los municipios de Alotenango y Palín (Escuintla).

Este: con el municipio de Antigua Guatemala, (Sacatepéquez).

Oeste: con los municipios de San Miguel Dueñas y Alotenango (Sacatepéquez).

1.1.6. Extensión territorial

El municipio de Ciudad Vieja cuenta con una extensión territorial de 51 km², se integra por la cabecera municipal que está dividida en seis zonas. Una aldea San Lorenzo el Cubo y un caserío llamado Bosarrejes, once fincas significativas: Cuxinales, El Llano, El Potrero, El Tempisque, Los Valles, Montañez, San Gerónimo, San Miguel, Santa Inés de Medina y Vista Alegre.

1.1.7. Vías de acceso

Entre sus vías de acceso se tiene la ruta Nacional 14, que principia en Chimaltenango, atravesando el departamento de Sacatepéquez y termina en el entronque de la ruta Nacional en la ciudad de Antigua Guatemala con una distancia de 5 km. Esta conduce hacia el municipio de Ciudad Vieja está asfaltada transitable todo el año, teniendo acceso por la ruta de Escuintla, atravesando San Juan Alotenango. Se cuenta también con la Nueva Ruta Nacional 14 comunicando al municipio de Ciudad Vieja, sus aldeas y caserío con San Juan Alotenango y el departamento de Escuintla, contando también con carreteras vecinales, de San Antonio Aguas Calientes, San Miguel Dueñas, San Pedro las Huertas y Antigua Guatemala.

1.1.8. Clima y precipitación anual

El clima del municipio de Ciudad Vieja es templado, según el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh) de Guatemala. La estación meteorológica más cercana al municipio de Ciudad Vieja, es la estación meteorología Suiza Contenta (clave 161 101), ubicada en la finca Suiza Contenta del municipio de San Lucas, Sacatepéquez. Esta indica que no se registran lluvias tan intensas en la región, los registros de la

temperatura media anual son de 19,30 °C. La temperatura máxima promedio anual es de 22,40 °C, la temperatura mínima promedio anual es de 8,70 °C, la temperatura máxima absoluta anual es de 29 °C. La temperatura mínima absoluta anual es de 1 °C, la humedad relativa media anual es de 79 %, la humedad relativa máxima anual es de 97 %, la nubosidad anual es de 6 octas. La velocidad de viento anual 1,30 km/hr, la precipitación anual 1 371,90 mm.

1.1.9. Economía

Se basa en la producción agrícola, siendo sus principales productos: café, maíz, frijol, caña de azúcar y verduras como la papa, arveja, güicoy. En su producción industrial se puede mencionar la fabricación de productos de metal, talleres de enderezado y pintura, instrumentos musicales, cerería y cohetería. La producción artesanal se basa en la confección de tejidos de algodón, muebles de madera, morrales de pita, jarcia, cestería.

1.2. Salud

La conservación y la prolongación de la vida humana constituyen el objetivo de las políticas y los programas de salud. La salud es un tema dentro de los objetivos del milenio, encontrándose como meta, reducir la mortalidad materna y la cobertura en asistencia de personal especializado en el parto hacia el 2015. En este sentido, Ciudad Vieja ha cumplido en el 100 % de esa meta, ya que la tasa de mortalidad materna es de 0. Sin embargo, la atención durante el parto por personal médico especializado se encuentra en 85,40 % de cobertura y de asistencia. Para cumplir esta meta para el 2015 se deberá aumentar en un 2,92 % anual.

1.2.1. Condiciones sanitarias

Dentro del municipio se cuenta con las condiciones básicas sanitarias necesarias para un ambiente ecológico sano. Esto porque se cuenta con la disposición de agua potable, drenajes, centro de acopio de basura municipal, la existencia de centros asistenciales y la tasa de mortalidad en la población, las cuales serán descritas.

1.2.1.1. Agua potable

El municipio de Ciudad Vieja cuenta con un sistema de agua potable el cual distribuye un 96 % de la población de todo el municipio. Este servicio es prestado por la Municipalidad de Ciudad Vieja con base en pozos mecánicos ubicados en las diferentes zonas del municipio para la distribución, manteniendo consumos variados según las necesidades de cada vivienda con lecturas en los contadores. Las lecturas promedio radican en un consumo de 30 000 litros y la cuota promedio en un pago mínimo de Q 10,00 mensual.

1.2.1.2. Sistema de alcantarillado sanitario

El sistema de alcantarillado de la zonas 1 y 2 del municipio de Ciudad Vieja son el 93 % de las viviendas que cuentan con el servicio de alcantarillado sanitario combinado. Por ello que con este servicio se prestan deficiencias en el funcionamiento debido a que existe aproximadamente un 55 % de conexiones realizadas en los últimos 15 años. Por lo tanto este ya no se da abasto con las aguas residuales y pluviales que tiene este sistema. El sistema en sí capta tanto las aguas residuales como las pluviales y por lo mismo en temporada de invierno se presentan los fallos en el sistema alcantarillado por no darse abasto.

1.2.1.3. Desechos sólidos

El municipio cuenta con el servicio de recolección de basura en las zonas 1 y 2, el cual es brindado por la Municipalidad de Ciudad Vieja. Estos desechos sólidos son llevados a un centro de acopio el cual se encuentra ubicado en la zona 2 del municipio. Al ser acumulados después de 15 a 20 días, son trasladados al botadero del municipio de Villa Nueva, Guatemala.

1.2.2. Mortalidad y natalidad

La natalidad y la mortalidad son conocidos como los factores naturales de la población. A partir de los datos que ofrezcan para una situación determinada, se pueden establecer una serie de tasas que permite conocer la situación demográfica.

- Mortalidad: en la ficha municipal del Ministerio de Salud y Asistencia Social, se establece que entre las 3 primeras causas de morbilidad general se encuentran: infecciones respiratorias agudas, problemas dermatológicos y dolor abdominal y pélvico. Entre las 3 primeras causas de mortalidad están: neumonías y bronconeumonías, accidente cerebro vascular y diabetes mellitus.
- Natalidad: el registro de nacimientos se han contabilizado una totalidad de 610 en el último periodo del 2013. Con lo anterior se alcanza una tasa de natalidad de 2,1 %.

1.2.3. Centros asistenciales

El municipio de Ciudad Vieja cuenta con un puesto de salud en la cabecera municipal, así como también uno ubicado en la aldea de San Lorenzo El Cubo. Una clínica municipal en el caserío Bosarreyes, 7 clínicas privadas en el casco urbano y una clínica de odontología, así como también se cuentan con farmacias, y por enfermedades mayores la población acude al Hospital Nacional de Antigua, Guatemala.

1.3. Aspectos socioculturales

Los siguientes aspectos son mediante la inspección de las diversas instituciones existentes en la actualidad, así como estas han influido en el analfabetismo de la población.

1.3.1. Educación

El municipio de Ciudad Vieja cuenta con una escuela oficial “Fray Matías de Paz” para varones, la escuela de niñas “Francisco Marroquín” y la Escuela Urbana Mixta de Ciudad Vieja que brindan sus servicios a más de 1 500 estudiantes del nivel primario. También existen varias otras instituciones públicas e instituciones privadas de diferentes niveles de educación que satisfacen las necesidades de la población del municipio en general, el 80 % de la población estudiantil a nivel bachillerato, realizan sus estudios en las diversas instituciones públicas y privadas que se ubican en la cabecera del departamento de Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

1.3.2. Analfabetismo

El índice de analfabetismo según el Comité Nacional de Alfabetización, el municipio tiene un 12,63 % frente a un 13,64 % del índice departamental. Se nota una diferencia porcentual mayor de 1,01 %, en relación a la departamental. Se debe considerar que el analfabetismo depende de causas tan variadas, como la mala organización del país, la desigualdad, los ingresos económicos bajos o en el límite de la pobreza extrema, culturales en donde la visión que se tenga con respecto al entorno y las creencias van a determinar el comportamiento social.

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ZONAS 1 Y 2 CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ

2.1. Justificación del diseño

El proyecto consistirá en el diseño el sistema de alcantarillado sanitario para las zonas 1 y 2 del municipio de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, ya que estos no cumplen con la demanda poblacional existente y no se dan abasto, principalmente en época de invierno debido a que no se cuenta con un sistema separativo de aguas sanitarias y pluviales. Esto hace que se sature el sistema ocasionando un colapso, y provocando enfermedades tanto de tipo gastrointestinal como respiratorias que afectan directamente a la población principalmente a los niños y ancianos, debido a que son más vulnerables.

El deterioro del medioambiente que los rodea es otro sector perjudicado debido a la contaminación que producen los sólidos y líquidos que sobresalen a flor de tierra en el área. Se diseñará la tubería principal y secundaria del alcantarillado sanitario, así como pozos de visita.

2.1.1. Alcances del proyecto

El proyecto mejorará el nivel de vida con que cuenta los habitantes de las zonas 1 y 2, ya que en la actualidad padecen de enfermedades por el estancamiento de las aguas. Con el nuevo diseño se descargarán las aguas hacia una planta de tratamiento a las orilla del río Guacalate, los cuales dividen el casco urbano con las aldeas de la localidad.

2.2. Normas de diseño de alcantarillado sanitario

Un diseño de un sistema de drenaje sanitario se toma como base las Normas ASTM 3034 y las que establece la Dirección General de Obras Públicas. Normas utilizadas y actualizadas por el Instituto de Fomento Municipal (Infom) actual ente coordinador de las políticas de agua y saneamiento. De acuerdo con su finalidad existen tres tipos básicos de alcantarillado. La selección o adopción de cada uno de estos sistemas dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales.

- Sistema sanitario: consiste en una tubería para recolección y conducción de las aguas negras, quedando de esa forma excluida los caudales de aguas de lluvia provenientes de calles, techos y otras superficies.
- Sistema separativo: consiste en dos líneas de tuberías, una para las aguas negras y otra para las de lluvia, recolectadas y transportadas independientemente. Para proyectar un alcantarillado de este tipo es necesario que también existan drenajes separativos en el interior de las edificaciones a servir.
- Sistema combinado: se diseñará un sistema de drenajes combinado en aquellas poblaciones en que las viviendas existentes tengan una salida única para las aguas negras y de lluvia. Este consiste en una sola línea para la recolección y transportación de las mismas.

2.3. Estudio topográfico

Es una ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas de los puntos sobre la superficie de la tierra y debajo de la misma, mediante la combinación de las medidas según los tres elementos del espacio: distancia, elevación y dirección.

2.3.1. Planimetría y altimetría

- Planimetría: el levantamiento planimétrico sirve para localizar la red dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y localizar todos aquellos puntos de importancia. Entre los diferentes métodos que existen para realizar el levantamiento planimétrico se utilizó el más común, que es el de conservación de azimut con vuelta de campana para poligonal abierta, debido a la forma en que las calles están estructuradas.
- Altimetría: para el desarrollo del estudio fue necesario determinar las diferentes elevaciones y pendientes del terreno mediante un levantamiento topográfico del perfil del mismo. Con los datos obtenidos se calcularon y trazaron las curvas de nivel. Por tratarse de un estudio de drenajes, la precisión de los datos es muy importante.

Para el proceso de campo se usó el siguiente equipo:

- Un estación total marca Topcon GTS 230 marca de 00°00'05"
- Una bastón con su respectivo prisma
- Un metro de 5 metros
- Estacas, pintura, clavos y martillo

2.4. Período de diseño

El período de diseño de un sistema de alcantarillado es el tiempo durante el cual se dará un servicio con una eficiencia aceptable. El período varía de acuerdo con el crecimiento de la población, capacidad de la administración, operación y mantenimiento. Criterios de instituciones como el del Infom, y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef), recomiendan que las alcantarillas se diseñen para un período de 15 a 40 años.

Para determinar qué período utilizar es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- Desarrollo de la obra en sus primeros años.
- Crecimiento poblacional.
- Vida útil de las estructuras, tomando en cuenta: antigüedad, desgaste y daño en el sistema.

Dentro de las recomendaciones de período de diseño que se dan para las diferentes partes que componen un sistema de alcantarillado sanitario están:

- Colector principal 30 - 40 años
- Planta de tratamiento 20 - 30 años
- Línea de descarga 10 - 15 años
- Equipo electromecánico 8 - 10 años

El período de diseño del proyecto en estudio será de 35 años, por lo que pasado este tiempo será necesario rehabilitarlo. Se adoptó este período de tiempo, tomando en cuenta los recursos económicos con los que cuenta el municipio, la vida útil de los materiales y las normas del Infom.

2.5. Cálculo de población futura

El estudio de la población se efectúa con el objetivo de estimar la población futura, para lo cual se hace necesario determinar el período de diseño y hacer un análisis de los censos existentes. El crecimiento de una población es afectado por factores como: nacimientos, anexiones, muertes y migración. Para obtener la proyección del crecimiento de la población se utilizan distintos métodos, y se hace según los datos estadísticos de censos de población realizados en el pasado y realizando dentro del municipio.

Las zonas 1 y 2 de Ciudad Vieja presentan una población actual 9 938 habitantes.

- Fórmula del incremento geométrico

$$P_f = p_o \times \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Donde:

P_f = población futura

P_o = población actual

n = período de diseño (años)

r = tasa crecimiento 3,8 % (INE)

2.6. Factor de Harmon

También llamado flujo instantáneo. Es un factor de seguridad que involucra a la población para servir en un tramo determinado, actúa en las horas pico o de mayor utilización del drenaje.

La fórmula del factor de Harmon es adimensional y viene dada por:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\left(\frac{p}{1\,000}\right)}}{4 + \sqrt{\frac{p}{1\,000}}}$$

Donde p es la población acumulada en el tramo que se va a servir, se expresa en miles de habitantes. El factor de Harmon se encuentra entre los valores de 1,5 a 4,5 según sea el tamaño de la población a la que se establece atender.

2.7. Velocidad de diseño

Está determinada por la pendiente del terreno, así como por el diámetro y el tipo de tubería que se utiliza. La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas de v/V , donde v es la velocidad del flujo y V es la velocidad a sección llena.

Basándose en la Norma ASTM 3034, v debe ser mayor de 0,60 metros por segundo, para que no exista sedimentación en la tubería. Por lo tanto, se evita taponamiento en menor o igual que 3,0 metros por segundo, para que no exista erosión o desgaste. Estos datos son aplicables para tubería de PVC.

2.7.1. Velocidad de arrastre

Es la mínima velocidad del flujo, que evita la sedimentación de los sólidos para prevenir la obstrucción del sistema. Para asegurar el buen funcionamiento del sistema el valor mínimo permitido es de 0,60 m/s.

- Factor de rugosidad: la rugosidad del material con que está construido un canal es una medida adimensional y experimental. Esta expresa qué tan lisa es la superficie por donde se desplaza el flujo, varía de un material a otro y con el tiempo. Para este caso, el factor de rugosidad es igual a 0,0010, ya que la tubería es de PVC.

2.7.2. Cálculo de caudales

Una característica esencial para el diseño, es el caudal que transporta el drenaje, el cual es determinado por el diámetro, pendiente y velocidad del flujo dentro de la tubería, así como por la rugosidad de la tubería utilizada. Se asume que el drenaje funciona como un canal abierto, es decir, que no funciona a presión.

El tirante máximo de flujo que va a transportar lo da la relación d/D , donde d es la profundidad o altura del flujo, y D es el diámetro interior de la tubería. Esta relación debe ser mayor de 0,10 para que exista arrastre de las excretas y menor de 0,75 para que funcione como un canal abierto.

2.7.2.1. Caudal domiciliar

Es el caudal proveniente de las viviendas, habiendo sido utilizado para limpieza es desechada al sistema. Se relaciona con la dotación estimada para dicha población, parte del agua de abastecimiento no será llevada al alcantarillado, teniendo un factor de retorno que varía entre 0,70 a 0,90. El caudal domiciliar está dado por la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} \times \#_{\text{hab}} \times \text{F.R}}{86\,400}$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar lts/seg

Dot = dotación lts/hab/día

$\#_{\text{hab}}$ = número de habitantes

FR = factor retorno (considerado 0,85)

2.7.2.2. Factor de caudal medio

- Caudal de infiltración: es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual depende de la profundidad del nivel freático del agua, de la profundidad de la tubería y de la permeabilidad del terreno. En el caso del alcantarillado de PVC es despreciable. Es importante mencionar que el rango de infiltración varía entre 16 000 a 20 000 Lts./km/día.
- Caudal comercial: se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{\text{com}} = \frac{\#_{\text{comercios}} \times \text{Dot}}{86\,400}$$

- Caudal industrial: en el proyecto no se calculó, debido a que no existen industrias. Aun así este se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{ind} = \frac{\#_{industrias} \times Dot}{86\,400}$$

- Caudal de conexiones ilícitas: este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para efecto de diseño se estima que un porcentaje de las viviendas del municipio puede hacer conexiones ilícitas, lo que puede variar entre 0,5 % al 2,5 %. El caudal de conexiones ilícitas está directamente relacionado con el caudal producido por las lluvias.

El caudal conexiones ilícitas está dado por la siguiente fórmula:

$$Q_{c.ilicitas} = \frac{C \times I \times A}{360}$$

Donde:

C = coeficiente de escorrentía (este depende de las condiciones del suelo y topografía del área a integrar).

I = intensidad de lluvia (mm / hr).

A = área que es factible de conectar (hectáreas).

Al realizar el cálculo de cada uno de los caudales anteriores, se procede a la obtención del valor del caudal medio. Está dado por la siguiente expresión:

$$Q_{sanitario} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{c.ilicitas}$$

El valor del factor de caudal medio se calculó de la siguiente manera:

$$FQM = \frac{Q_{\text{sanitario}}}{\# \text{ habitantes}}$$

Donde:

FQM=factor de caudal medio

$Q_{\text{sanitario}}$ =caudal sanitario

Para facilitar la obtención del factor de caudal medio, las instituciones que se dedican al diseño de sistemas de alcantarillado sanitario han establecido valores de este factor, con base en la experiencia.

FQM = 0,0046 según el Infom

FQM = 0,0030 según la Municipalidad de Guatemala

FQM = mayor o igual a 0,0020, menor o igual a 0,0050

2.7.2.3. Caudal de diseño

Este caudal es aquel, en que se diseñará cada tramo del sistema sanitario. Se calcula multiplicando el factor de caudal medio, el factor de Harmon y el número de habitantes que se va servir. Esta fórmula se describe a continuación:

$$Q_{\text{diseño}} = \#_{\text{habitantes}} \times FH \times FQM$$

Donde:

FH = factor Harmon

FQM= factor caudal medio

$\#_{\text{habitantes}}$ = número de habitantes acumulados

2.8. Relaciones hidráulicas

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena para agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área y caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcial. De los resultados obtenidos se construyeron el gráfico y las tablas que se presentan más adelante (tabla I) para lo cual se utilizó la fórmula de Manning.

Se deberá determinar los valores de la velocidad y caudal a sección llena, por medio de las ecuaciones ya establecidas. Se procederá a obtener la relación de caudales (q/Q), caudal de diseño entre caudal de sección llena, cuyo resultado se busca en la gráfica en el eje de las abscisas; desde allí se levanta una vertical hasta la curva de relaciones de caudales.

El valor de la relación (d/D) se obtiene en la intersección de la curva con la vertical, leyendo sobre el eje de las ordenadas. La profundidad del flujo (tirante) se obtiene multiplicando el valor por el diámetro de la tubería. Para el valor de la relación (v/V), velocidad parcial entre velocidad a sección llena se debe ubicar el punto de intersección entre la vertical y la curva de relación de caudales que se estableció anteriormente.

La utilización de la tabla I se realiza determinando primero, la relación (q/Q). El valor se busca en las tablas, y si no está el valor exacto se busca uno que sea aproximado; en la columna de la izquierda se ubica la relación (v/V), y se procede de la misma forma. Se debe multiplicar el valor obtenido por la velocidad a sección llena, para obtener la velocidad a sección parcial.

Se han de considerar las siguientes relaciones hidráulicas:

- Que $Q_{\text{diseño}} < Q_{\text{sección llena}}$
- La velocidad debe estar comprendida entre:
 - $0,60 \leq v \leq 3,00$ (m/seg)
 - $0,60 \leq v$ para que existan fuerzas de arrastre de los sólidos
 - $V \leq 3,00$ (m/seg) para evitar deterioro de la tubería, debido a la fricción.
- El tirante debe estar entre
 - $0,10 \leq d/D \leq 0,75$ con los anteriores parámetros, se evita que la tubería trabaje a presión.

2.9. Ejemplo de un tramo diseño alcantarillado sanitario

Parámetros adoptados en el diseño sanitario

Tipo de sistema:	alcantarillado sanitario
Tipo de red:	distribución ramales abiertos
Período de diseño:	35 años
Población actual:	9 938
Población futura (2050):	34 448
Tasa de crecimiento poblacional:	3,8 %
No. De viviendas existentes:	1 334
Densidad de la población:	7 hab/vivienda
Dotación:	200 lts./hab./día
Factor de retorno:	0,85
Factor de rugosidad (n):	0,010
Tipo y diámetro tubería:	Tubería PVC 8", 12", 16", 20" ASTM 3034
Velocidad mínima:	0.40 m/s tubería PVC
Velocidad máxima:	4 m/s tubería PVC

Se procederá a calcular el tramo entre dos pozos de visita, ubicados sobre la 1ª avenida de la zona 2 del municipio, siendo este del PV 2 al PV 3.

El procedimiento es el siguiente:

- Cotas de terreno
PV2= 141,07 m
PV3= 136,09 m
- Distancia entre pozos DH= 41,80 m
- Pendiente de terreno

$$S_t = \left(\frac{141,07 - 136,09}{41,80} \right) * 100 = 11,91 \%$$

- Número de casas
Locales = 15
Acumuladas = 41
- Número de habitantes

$$\text{Actual} = 41 \text{ viviendas} * 7 \text{ hab/vivienda} = 287 \text{ hab}$$

$$\text{Futuro} = 287 \text{ hab} * (1 + 0,038)^{35} = 1\,059 \text{ hab}$$

- Caudal domiciliar Q_{dom}

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\# \text{hab} * \text{Dot} * \text{FR}}{86\,400}$$

$$Q_{\text{dom actual}} = \frac{287 \cdot 200 \cdot 0,85}{86\,400} = 0,565 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{\text{dom futura}} = \frac{1,059 \cdot 200 \cdot 0,85}{86\,400} = 2,084 \text{ lts/seg}$$

- Caudal de conexiones ilícitas ($Q_{\text{ilícitas}}$) 10 % de Q_{dom}

$$Q_{\text{ilícita actual}} = 0,10 \cdot 0,565 = 0,056 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{\text{ilícita futura}} = 0,10 \cdot 2,084 = 0,208 \text{ lts/seg}$$

- Caudal de infiltración Q_{inf}

$$Q_{\text{inf}} = \frac{\frac{F_{\text{inf}} \cdot (L_{\text{tub}} + \#_{\text{lotes}} \cdot 6)}{1\,000}}{86\,400}$$

$$Q_{\text{inf}} = \frac{\frac{18\,000 \cdot (41,80 + 15 \cdot 6)}{1\,000}}{86\,400} = 0,027 \text{ lts/seg}$$

- Caudal de conexiones ilícitas ($Q_{\text{ilícitas}}$) 10 % de Q_{dom}

$$Q_{\text{ilícita actual}} = 0,10 \cdot 0,565 = 0,056 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{\text{ilícita futura}} = 0,10 \cdot 2,084 = 0,208 \text{ lts/seg}$$

- Caudal sanitario Q_{san}

$$Q_{\text{san}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{ilícita}} + Q_{\text{inf}} = \text{lts/seg}$$

$$Q_{\text{san actual}} = 0,565 + 0,056 + 0,027 = 0,649 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{\text{san futuro}} = 2,084 + 0,208 + 0,027 = 2,32 \text{ lts/seg}$$

- Factor de caudal medio (Fqm)

$$FQM = \frac{Q_{san}}{\#hab}$$

$$Q_{dom \text{ actual}} = \frac{0,649}{287} = 0,00226 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{dom \text{ futura}} = \frac{2,32}{1\ 059} = 0,00219 \text{ lts/seg}$$

- Factor de flujo (FH)

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{p}{1\ 000}}}{4 + \sqrt{\frac{p}{1\ 000}}}$$

$$FH_{\text{actual}} = \frac{18 + \sqrt{\frac{287}{1\ 000}}}{4 + \sqrt{\frac{287}{1\ 000}}} = 4,09$$

$$FH_{\text{futuro}} = \frac{18 + \sqrt{\frac{1\ 059}{1\ 000}}}{4 + \sqrt{\frac{1\ 059}{1\ 000}}} = 3,78$$

- Caudal máximo o diseño (Q_{\max})

$$Q_{\max} = \#_{\text{hab}} * FH * Fqm$$

$$Q_{\max \text{ actual}} = 2,87 * 4,09 * 0,00226 = 2,346 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{\max \text{ futuro}} = 1\ 059 * 3,78 * 0,00219 = 8,014 \text{ lts/seg}$$

- Diámetro propuesto $\varnothing = 8''$
- Pendiente propuesta de tubería $S_{\text{tub}} = 10 \%$

- Velocidad a sección llena (VST)

$$VST = \frac{0,03429 * \phi^{\frac{2}{3}} * \sqrt{s_{tub}}}{n}$$

$$VST = \frac{0,03429 * 8^{\frac{2}{3}} * \sqrt{0,10}}{0,010} = 4,34 \text{ m/seg}$$

- Caudal de tubería sección llena (QST)

$$A_{st} = 0,0005067 * \phi^2$$

$$A_{st} = 0,0005067 * 8^2 = 0,0324 \text{ mts}^2$$

$$Q_{st} = V_{st} * A_{st} * 1\ 000$$

$$Q_{st} = 4,34 \frac{\text{m}}{\text{seg}} * 0,0324 \text{ mts}^2 * 1\ 000 = 140,66 \text{ lts/seg}$$

- Relación hidráulica q/Q

$$\frac{q}{Q} \text{ actual} = \frac{2,346}{140,66} = 0,0166$$

$$\frac{q}{Q} \text{ futuro} = \frac{8,014}{140,66} = 0,0569$$

- Relación hidráulica d/D (según tablas)

$$\frac{d}{D} \text{ actual} = 0,0890$$

$$\frac{d}{D} \text{ futuro} = 0,1620$$

- Relación hidráulica v/V (según tablas)

$$\frac{v}{V} \text{ actual} = 0,3725$$

$$\frac{v}{V} \text{ futura} = 0,5417$$

- Velocidad de diseño ($V_{\text{diseño}}$)

$$V_{\text{diseño}} = \text{Rel} * \left(\frac{v}{V} \right) * V_{\text{st}}$$

$$V_{\text{diseño}} \text{ actual} = 0,3725 * 4,34 = 1,62 \text{ m/seg}$$

$$V_{\text{diseño}} \text{ futuro} = 0,5417 * 4,34 = 2,35 \text{ m/seg}$$

- Cotas invert

$$\text{CIS} = \text{CT} - \text{ALT}_{\text{POZO}} - 0,03$$

$$\text{CIS} = 141,07 - 2,75 - 0,03 = 138,29$$

$$\text{CIE} = \text{CIS} - (S_{tb} (\text{Dist} - 1,20))$$

$$\text{CIE} = 138,29 - (40,60 * (10/100)) = 133,82$$

- Altura de pozos

$$\text{INICIO} = \text{CT} - \text{CIS}$$

$$\text{INICIO} = 141,09 - 138,29 = 2,80 \text{ m}$$

$$\text{FINAL} = \text{CT} - \text{CIS}$$

$$\text{FINAL} = 136,11 - 133,41 = 2,70 \text{ m}$$

- Cálculos para el diseño de drenaje sanitario

Los cálculos correspondientes al diseño del alcantarillado sanitario se muestran en el apéndice 1 del presente proyecto.

2.10. Cotas invert

Es la distancia que existe entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior interior de la tubería. Se debe verificar que la cota invert sea, al menos, igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Las cotas invert se calculan con base en la pendiente del terreno y la distancia entre un pozo y otro.

La cota invert de salida de un pozo se coloca, al menos, tres centímetros más baja que la cota invert de llegada de la tubería más baja. Cuando el diámetro de la tubería que entra a un pozo, es mayor que el diámetro de la tubería que sale, la cota invert de salida estará, debajo de la tubería de entrada al menos, a una altura igual al diámetro de la tubería que entra.

$$C_{t.f} = C_{t.i} - (DH \times S_{\text{terreno}} \%)$$

$$S \% = \frac{(C_{t.i} - C_{t.f})}{D} \times 100$$

$$CIS = CTI - (H_{\min} + E_{\text{tubo}} + \emptyset)$$

$$CIE = CIS - (DH \times S_{\text{terreno}} \%)$$

$$H_{\text{pozo}} = CT_i - CIS$$

Donde:

H_{\min} = altura mínima que depende del tráfico en las calles

CTI = cota invert inicial

C_{ti} = cota del terreno inicial

C_{tf} = cota del terreno final

CIS = cota invert de la tubería de salida

CIE = cota invert de la tubería de entrada

DH = distancia horizontal

$S\%$ = pendiente del terreno o tubería

E_{tubo} = espesor de la tubería

2.11. Pozos de visita

Estos básicamente sirven para inspeccionar las alcantarillas, a través de ellas se acceden a las tuberías que se encuentra por debajo del nivel del terreno. Esto para hacer reparaciones al sistema de canalización de las aguas, que forman parte del sistema de alcantarillado; están contruidos de concreto o mampostería.

La forma como se construyen es de la siguiente manera:

- El ingreso es circular y tiene un diámetro entre 0,65 a 0,75 metros.
- La tapadera descansa sobre un brocal contruidos de concreto reforzado.
- Las paredes del pozo están impermeabilizadas por repello más un cernido liso.
- El fondo está formado de concreto, que deja la pendiente necesaria para que corra el agua; la dirección en que se dirigirá estará determinada por medio de canales, contruidos por tubería cortada transversalmente.

- Para realizar la inspección o limpieza de pozos profundos se deben dejar escalones, los cuales serán de hierro y estarán empotrados a las paredes del pozo.
- Proporcionar un control de flujo hidráulico en cambios de dirección, gravedad y consolidación de flujos convergentes.
- Proporcionar acceso a la tubería para mantenimiento e inspección.
- Proporcionar ingreso de oxígeno al sistema.

2.12. Desfogue

El desfogue de las aguas sanitarias es totalmente indispensable debido al tratamiento de las mismas, cumpliendo las normas establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Esto para lograr mitigar daños al ambiente y a los pobladores cercanos al lugar de desfogue, debido a que el sistema sanitario existente no cuenta con dicho tratamiento. Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se tomaron como base las Normas ASTM F 949 y las normas utilizadas por el Infom. Con el tratamiento se obtiene una sensible separación de sólidos se disminuye la demanda bioquímica de oxígeno y hay una reducción de organismos coniformes. Esto provoca los siguientes beneficios:

- Conservación de fuentes de abastecimiento de agua potable
- Se evitan enfermedades infecciosas
- No se contaminan centros de recreación como lagos, ríos y playas

Como proceso de tratamiento de las aguas servidas se necesita desfogar a una planta de tratamiento, donde la Municipalidad de Ciudad Vieja cuenta con un área a las orillas del río Guacalate establecido para la construcción donde desfogarán las aguas de las zonas 1 y 2. Luego de ser tratadas desfogarán al río Guacalate se presentan las definiciones y características de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales municipales, aplicables a los desechos domésticos.

En una planta de tratamiento se identifican tres procesos fundamentales para el buen funcionamiento de la planta:

- Los procesos físicos: consisten en la separación de sólidos sedimentables presentes en las aguas residuales y su estabilización, la remoción de partículas flotantes, la retención de partículas de gran tamaño, entre otros.
- Los procesos químicos: consisten en la separación o transformación de las sustancias sedimentables, flotantes y disueltas mediante el uso de sustancias químicas, por ejemplo, la utilización de algún desinfectante.
- Los procesos biológicos: intervienen ciertos microorganismos para la oxidación y mineralización de sustancias orgánicas presentes en las aguas residuales.

Cada etapa en el tratamiento de aguas residuales tiene una función específica que contribuye al mejoramiento de la calidad del afluente respecto a su condición inicial al ingresar al ciclo de la planta, que va desde el proceso más sencillo hasta el más complicado.

Esto exige que el proceso de una planta se separe en etapas, las cuales son analizadas por separado, existiendo siempre una conexión entre cada una de ellas.

Todo proceso de tratamiento contiene varias etapas, las cuales dependen una de la otra, en el ciclo de tratamiento; estas etapas son:

- Tratamiento preliminar
- Tratamiento primario
- Tratamiento secundario
- Tratamiento terciario
- Desinfección
- Tratamiento y disposición de los lodos

2.13. Elaboración de planos

Teniendo la planificación del desarrollo del diseño de los proyectos se elaborarán los planos finales del mismo, después de un replanteo topográfico, que brindará una visión más clara de lo que se alcanzará.

Los planos constructivos para el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial están conformados por: planta y perfil de la conducción de las aguas y red de distribución de pozos de visita, detalles generales y estructurales de los pozos de visita.

2.14. Presupuesto

Se elaboró tomando como base los precios que se cotizan en el área de Sacatepéquez. Los salarios de la mano de obra calificada y no calificada fueron obtenidos de los datos que maneja la Municipalidad para trabajos de este tipo.

El presente presupuesto ha sido integrado en renglones de trabajo, y les ha asignado un precio unitario basado en los costos de materiales y mano de obra por lo cual variarán según el mercado de los mismos en el periodo de ejecución.

A continuación se presentan las tablas de resumen de integración de cantidad de materiales y costo de materiales en conjunto a la mano de obra de la ejecución del proyecto.

Tabla I. **Presupuesto, sistema alcantarillado sanitario zonas 1 y 2
Ciudad Vieja, Sacatepéquez**

NÚM.	DESCRIPCIÓN/REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	SUB-TOTAL
1	Preliminares	m.l.	4 427	Q 10,27	Q 45 468,15
2	Remoción de adoquinamiento	mt2	8 900	Q 8,22	Q 73 125,00
3	Colocación de adoquín en brecha (1,50 m de ancho + base de selecto compactada)	mt2	8 900	Q 85,49	Q 426 530,00
4	Excavación de zanjas (1 m de ancho)	mt3	9 500	Q 65,00	Q 617 500,00
5	Relleno de zanja	mt3	7 200	Q 117,63	Q 844 740,00
6	Acarreo de material sobrante	mt3	2 300	Q 91,00	Q 32 565,00
7	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,50	unidad	22	Q 6 405,30	Q 140 916,49
8	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,55m	unidad	11	Q 6 538,55	Q 71 924,00
9	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,60m	unidad	7	Q 6 729,32	Q 47 105 24
10	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,65m	unidad	8	Q 6 785,55	Q 54 284,36
11	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,70m	unidad	2	Q 6 983,02	Q 13 966 03
12	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,75m	unidad	4	Q 7 014,87	Q 28 059,46
13	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,85m	unidad	1	Q 7 102,94	Q 7 102,94
14	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,95m	unidad	1	Q 7 163,72	Q 7 163,72
15	Pozos de visita Ø=1,20 m h=2,05m	unidad	6	Q 7 245,62	Q 43 473,69
16	Pozos de visita Ø=1,20 m h=2,30m	unidad	6	Q 7 471,82	Q 44 830,89
17	Pozos de visita Ø=1,20 m h=2,85m	unidad	4	Q 8 383,77	Q 33 535,06
18	Colector principal pvc, Ø = 8"	tubos	375	Q 1 609,40	Q 603 525,00
19	Colector principal pvc, Ø = 12"	tubos	99	Q 3 161,60	Q 312 998,40
20	Colector principal pvc, Ø = 16"	tubos	118	Q 4 737,20	Q 558 989,60
21	Colector principal pvc, Ø = 20"	tubos	63	Q 7 540,00	Q 475 020,00
22	Colector principal pvc, Ø= 24"	tubos	51	Q 10 838,10	Q 552 743,10
GRAN TOTAL					Q 4 893 066,12

Fuente: elaboración propia.

2.15. Cronograma de ejecución

Mediante los siguientes cronogramas, se programa la ejecución del proyecto por renglones de trabajo.

Tabla II. **Cronograma de ejecución, sistema alcantarillado sanitario zonas 1 y 2 Ciudad Vieja, Sacatepéquez**

NÚM.	DESCRIPCION/REGLON	MESES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Preliminares												
2	Remoción de adoquinamiento												
3	Colocación de adoquín en brecha (1,50 m de ancho + base de selecto compactada)												
4	Excavación de zanjas (1 m de ancho)												
5	Relleno de zanja												
6	Acarreo de material sobrante												
7	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,50												
8	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,55m												
9	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,60m												
10	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,65m												
11	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,70m												
12	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,75m												
13	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,85m												
14	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,95m												
15	Pozos de visita Ø=1,20 m h=2,05m												
16	Pozos de visita Ø=1,20 m h=2,30m												
17	Pozos de visita Ø=1,20 m h=2,85m												
18	Colector principal pvc, Ø = 8"												
19	Colector principal pvc, Ø = 12"												
20	Colector principal pvc, Ø = 16"												
21	Colector principal pvc, Ø= 20"												
22	Colector principal pvc, Ø= 24"												

Fuente: elaboración propia.

2.16. Estudio de Impacto Ambiental

En todo proyecto de ingeniería es crucial identificar el impacto que representa contra el bienestar social y ambiental. Por lo que el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es un proceso formal empleado para predecir las consecuencias ambientales de una propuesta o la ejecución de un proyecto.

Este se ha empleado a diversos proyectos y ha dado lugar a la aparición de numerables técnicas nuevas, como los estudios de impacto sanitario y social.

Estos son algunos de los objetivos del estudio de impacto ambiental:

- Evaluar los riesgos para la salud de la población, debido a la exposición de las aguas residuales en la superficie por los altos niveles de afluyente a los que se expone la tubería combinada existente.
- Analizar los efectos perniciosos sobre la variedad de recursos naturales renovables, entre ellos el suelo, el agua y el aire.
- Localizar las áreas aledañas donde se ven expuestas la población, recursos y sectores protegidos, así como el valor ambiental del territorio.
- Observar alteraciones de sitios antropológicos e históricos y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Observado de una forma global, las condiciones unitarias de cualquier sistema de construcción de alcantarillado sanitario, que pudieran provocar en mayor medida la generación de algún tipo de impacto ambiental, corresponden a las siguientes:

- Desfogue de las aguas residuales
- Tratamiento de las aguas residuales y lodos
- Disposición del suelo extraído

El objetivo es reconocer los impactos generados en las etapas de operación y construcción del presente proyecto. Las actividades relevantes en las distintas etapas del proyecto son las siguientes:

- Etapa de operación
- Etapa de construcción

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, ZONAS 1 Y 2 CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ

3.1. Justificación del diseño

El proyecto consistirá en el diseño el sistema de alcantarillado pluvial para las zonas 1 y 2 del municipio de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, ya que estos no se dan abasto. Principalmente causan daños en época de invierno debido a que no se cuenta con un sistema separativo de aguas sanitarias y pluviales. El drenaje tiene la finalidad de evitar que el agua llegue a la carretera y desalojar la que inevitablemente siempre llega. Toda el agua que llega en exceso a la carretera tiene dos orígenes: puede ser de origen pluvial o de corrientes superficiales, el agua de escorrentía superficial, según el caudal que se presente, esto hace que se sature el sistema ocasionando un colapso. Se diseñará la tubería principal, tragante y rejillas del alcantarillado pluvial, así como pozos de visita.

3.2. Tipo de sistema a utilizar

Cuando las pendientes son pronunciadas, las aguas de lluvia que corren a través de las calles, adquieren grandes velocidades y por lo tanto fuerzas de erosión. Esto combinado a la suavidad de la capa superficial del suelo provoca el deterioro de las calles.

Estas aguas al llegar a lugares planos provocan la acumulación, produciendo inundaciones y estancamientos, obstruyendo el paso de peatones y vehículos. Estos problemas son los que se tienen que solucionar, contando para ello con dos alternativas:

- La evacuación del agua pluvial por medio de un sistema superficial (cunetas y rejillas).
- Uso de alcantarillado.

3.3. Normas de diseño de alcantarillado pluvial

Un diseño de un sistema de drenaje sanitario se toma como base las Normas ASTM 3034 y las que establece la Dirección General de Obras Públicas. Normas utilizadas y actualizadas por el Instituto de Fomento Municipal (Infom) actual ente coordinador de las políticas de agua y saneamiento. De acuerdo con su finalidad existen tres tipos básicos de alcantarillado. La selección o adopción de cada uno de estos sistemas dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales.

3.3.1. Tuberías

Las tuberías evacúan las aguas provenientes del centro de calles y cuencas definidas, las cuales son permanentes, riachuelos o variables como las aguas de lluvia. Los diámetros se dispondrán según los caudales que circularán a través de ellos y las pendientes del terreno, por lo que un sistema en conjunto posee distintos diámetros en un solo tramo.

3.3.2. Diámetro mínimo

En el diseño de un sistema de alcantarillado pluvial se toma como diámetro mínimo 10". Un cambio de diámetro en el diseño está influido por la pendiente, el caudal o la velocidad, para lo que toman en cuenta los requerimientos hidráulicos.

3.3.3. Velocidades mínimas y máximas

Es recomendable, en tubería de concreto, que la velocidad del flujo en líneas de alcantarillado pluvial, no sea mayor de 3,00 m/s, para proporcionar una acción de autolimpieza, es decir, capacidad de arrastre de partículas. No existiendo una velocidad de flujo mínima, dado que no habrá caudal en época de verano.

En el caso de alcantarillado pluvial, bajo estas condiciones, deberán instalarse rejillas o construirse estructuras que eviten el ingreso de material rocoso de gran tamaño.

3.3.4. Profundidad de tuberías

La profundidad mínima para instalar la tubería debe ser tal que el espesor del relleno evite el daño a los conductos, ocasionados por las cargas vivas y de impacto. En todo diseño de un sistema de drenaje pluvial se deben respetar las profundidades mínimas ya establecidas. La profundidad mínima se mide desde la superficie del suelo, hasta la parte superior del tubo, determinada de la siguiente manera:

Tráfico normal = 1,00 m

Tráfico pesado = 1,20 m

3.3.5. Pozos de visita

Son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y son empleados como medios de inspección y limpieza. Se diseñarán pozos de visita para localizarlos en distancias no mayores de 100 metros. La diferencia de cotas invert entre las tuberías que entran y la que sale de un pozo de visita será como mínimo de 0,03 metros. Cuando el diámetro interior de la tubería que entra a un pozo de visita sea menor que el diámetro interior de la que sale, la diferencia de cotas invert, será como mínimo, 1 diferencia de dichos diámetros. Siempre que la diferencia de cotas invert entre la tubería que entra y la que sale de un pozo de visita sea mayor de 0,70 metros, deberá diseñarse un accesorio especial (un derivador de caudal que funcione como dissipador de energía), que encauce el caudal con un mínimo de turbulencia, de lo contrario se producirían caudales máximos que destruyen el sistema.

3.3.6. Diseño de tragantes

Los tragantes son las aberturas que en las superficies de las calles o en los bordillos, dan acceso a las aguas pluviales a los tubos de drenaje. Por los sistemas combinados y de tormenta se diseñarán tragantes para localizarlos en los siguientes casos:

- En las partes bajas, al final de cada cuadra a 3,00 m antes de la esquina.
- En puntos intermedios de las cuadras el caudal acumulado provoque un tirante de agua superior a 0,10 m.
- Únicamente en aquellas calles que cuenten con pavimento o que hayan recibido o vayan a recibir algún tipo de tratamiento para estabilizar su superficie.

Se recomienda que el tirante de escorrentía no sea mayor a 0,03 m en promedio, o 0,10 m en la boca.

- Los mismos miden 1 m de ancho, 0,80 m de largo y 1,55 m de altura.
- Los tragantes se diseñaron con paredes de ladrillo, unido con mortero de cemento y arena en proporción 1:3 reforzado a cada 0,50 m y revestido interiormente con enlucido del mismo mortero de un espesor de 0,02 m.
- La base y tapadera de concreto armado en ambos sentidos, con una proporción de 1:2:4 y espesor de 0,20 m y 0,10 m respectivamente.
- La boquilla o pañuelo del tragante tiene por objeto captar toda el agua posible y conducirla hacia la entrada del tragante. Estas se diseñaron de 1,50 m de largo por 0,50 de ancho, con pendiente de 14 % hacia la entrada del tragante, comenzando 0,50 m aguas arriba de la toma del tragante para asegurar captar toda el agua posible.

3.3.7. Área de influencia

La localización topográfica del pueblo, únicamente tiene áreas de influencia en el sector norte, cuyas aguas escurren hasta depositarse en lugares de desfogue en la partes este y oeste. En cuanto a los sectores este y oeste la situación es favorable, porque el agua caída en el pueblo, escurre con pendiente natural a desfogues de esta misma área.

3.3.8. Punto de desfogue

El caudal pluvial cuenta con un punto de desfogue, que ayudará a descargar el agua recolectada, antes de acumular grandes caudales. Esto implica que el desfogue hacia el río Guacalate que se encuentran ubicados a lo largo de la orilla del municipio. El río mantiene un caudal constante durante el verano, pero este aumenta notablemente durante el invierno, por ello se decidió usar como desfogue.

3.4. Diseño alcantarillado pluvial

Una red de alcantarillado pluvial es un sistema de tuberías, sumideros e instalaciones complementarias que permite el rápido desalojo de las aguas de lluvia para evitar posibles molestias, e incluso daños materiales y humanos debido a su acumulación o escurrimiento superficial.

3.4.1. Método racional

En este método se asume que el caudal máximo para un punto dado se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con su escorrentía superficial. Durante un período de precipitación máxima (diseño) debe prolongarse durante un período igual o mayor que el que necesita la gota de agua más lejana para llegar hasta el punto considerado (tiempo de concentración). Para la utilización de este método se hace necesario el empleo de suficientes datos de precipitación, es el mejor de los métodos, ya que da resultados más confiables.

3.4.1.1. Caudal de diseño pluvial

Para la determinación del caudal pluvial se utilizó el método racional, cuya fórmula general es la siguiente:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q = caudal en m³/seg

C = es la relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída

I = intensidad de lluvia en mm/hr

A = área en hectáreas

3.4.1.2. Área tributaria

El área tributaria de un tramo será la suma de su área más las áreas tributarias de los tramos anteriores.

3.4.1.3. Tiempo de concentración de cuenca

Es el tiempo en minutos que tarda una gota de agua en escurrir desde el punto más lejano de la cuenca hasta el punto en estudio. En tramos iniciales, el tiempo de concentración será de 12 minutos. Cuando varios ramales lleguen a un punto se tomará el tiempo de concentración mayor. En los siguientes tramos, el tiempo de concentración se estima por la fórmula siguiente:

$$T_c = T_1 + \left| \frac{L}{60 * V_1} \right|$$

Donde:

TC = tiempo de concentración hasta el tramo considerado

T1 = tiempo de concentración hasta el tramo anterior

L = longitud del tramo anterior

V1 = velocidad a sección llena en el tramo anterior

3.4.1.4. Intensidad de lluvia

Es el espesor de la capa de agua llovida durante cierta cantidad de tiempo suponiendo que toda el agua permanece en su sitio. En este trabajo, la intensidad de lluvia se determinó de acuerdo a las curvas de intensidad de lluvia del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh), basado en el promedio de las dos estaciones pluviométricas más cercanas al proyecto. La estación del Insivumeh de la zona 13, ciudad de Guatemala y la estación Suiza Contenta, Sacatepéquez.

La intensidad de lluvia con una probabilidad de ocurrencia de 20 años es:

$$I = \frac{4604}{24 + T_C} = \text{mm /hr}$$

3.4.1.5. Coeficiente de escorrentía

Gran cantidad del agua de lluvia que cae sobre el suelo se evapora, o infiltra, el coeficiente de escorrentía mide el porcentaje del volumen precipitado que circula sobre la superficie analizada. Es diferente para cada tipo de suelo, a mayor impermeabilidad, mayor será este coeficiente, el cual se calcula así:

$$C = \frac{\sum(c * a)}{\sum a}$$

Donde:

c = coeficiente de escorrentía en un área parcial

a = coeficiente de escorrentía promedio del área drenada

Valores de “c” para superficies	Mín.	Máx.	Adoptado
• Techos impermeables	0,70	0,95	0,80
• Pavimentos en buen estado	0,85	0,90	0,90
• Superficies sin pavimentos, patios y baldíos	0,10	0,30	0,20

3.4.1.6. Período de retorno

El período de retorno es la inversa de la probabilidad que se presente la lluvia de diseño en un determinado intervalo de tiempo. A mayor período de retorno, mayor intensidad de lluvia existirá.

T = 5 años	Zonas de baja riqueza del suelo, de baja densidad demográfica donde pueden existir inundaciones.
T = 10 años	Zonas de riqueza media del suelo, zona de residencia habitual.
T = 20–25 años	Zona de alto valor de suelo, zonas históricas, donde sería necesario protección especial.
T = 25 años	Emisario y colectores principales.

3.4.1.7. Velocidad de flujo sección llena

La velocidad del flujo a sección llena se calcula en relación de Manning con la siguiente ecuación:

$$V = \frac{0,03429 * \phi^{\frac{2}{3}} * \sqrt{S}}{n}$$

Donde:

V = velocidad del flujo a sección llena en mts/seg

D = diámetro de la sección circular en pulgadas

S = pendiente de la gradiente hidráulica en m/m

n = coeficiente de rugosidad de Manning

El coeficiente de rugosidad de Manning para tuberías de 24" y menores de 0,010 y para tubería mayor de 24" es de 0,009 según especificaciones técnicas para tuberías de Durman.

3.5. Ejemplo de un tramo diseño alcantarillado pluvial

Parámetros adoptados en el diseño sanitario

Tipo de sistema:	alcantarillado pluvial
Tipo de red:	distribución ramales abiertos
Período de diseño:	25 años
Población actual:	9 938
Población futura: (2050)	34 448
No. de viviendas existentes:	1 334
Factor de rugosidad:	0,010
Coeficiente de Hazen y Williams:	160 en tubería PVC
Tiempo inicial de concentración:	12 min

Coeficiente escorrentía:	0,51
Tipo y diámetro tubería:	Tubería PVC 18", 24", 36" y 42 ASTM 3034
Velocidad mínima:	0,40 m/s tubería PVC
Velocidad máxima:	4 m/s tubería PVC

Se procederá a calcular el tramo entre dos pozos de visita, ubicados sobre la 1ª avenida de la zona 2 del municipio, siendo este del PV 2 al PV 3.

El procedimiento es el siguiente:

- Cotas de terreno
PV2= 125,25 m
PV3= 118,05 m
- Distancia entre pozos DH= 87,87 m
- Pendiente de terreno

$$S_t = \left(\frac{125,25 - 118,05}{87,87} \right) * 100 = 8,18 \%$$

- Área tributaria

$$\text{Local} = A_t = 1\,195,36 \text{ m}^2$$

$$\text{Acumulada} = A_t = 1\,195,36 \text{ m}^2$$

- Tiempo de concertación ($t=\min$)

$$T_c = T_{n-1} + \left| \frac{L_{n-1}}{60 * V_{n-1}} \right|$$

$$T_c = 12,08 + \left| \frac{87,87}{60 * 8,07} \right| = 12,26 \text{ min}$$

- Intensidad de lluvia ($I = \text{mm/hr}$)

$$I = \frac{4\,604}{24 + T_c}$$

$$I = \frac{4\,604}{24 + 12,26} = 126,96 \text{ mm/hr}$$

- Caudal máximo o diseño

$$Q_{max} = \frac{(C * I * A) * 1\,000}{360}$$

$$Q_{max} = \frac{(0,51 * 126,56 * 0,10) * 1\,000}{360} = 65,10 \text{ lts/seg}$$

- Diámetro propuesto $\phi=24"$
- Pendiente propuesta de tubería $S_{tub}=8 \%$
- Velocidad a sección llena (VST)

$$VST = \frac{0,03429 * \phi^{\frac{2}{3}} * \sqrt{S_{tub}}}{n}$$

$$V_{ST} = \frac{0,03429 \cdot 83^2 \cdot \sqrt{0,08}}{0,010} = 8,07 \text{ m/seg}$$

- Caudal de tubería sección llena (QST)

$$A_{st} = 0,0005067 \cdot \phi^2$$

$$A_{st} = 0,0005067 \cdot 24^2 = 0,02913 \text{ mts}^2$$

$$Q_{st} = V_{st} \cdot A_{st} \cdot 1\,000$$

$$Q_{st} = 8,07 \frac{\text{m}}{\text{seg}} \cdot 0,02913 \text{ mts}^2 \cdot 1\,000 = 2\,355,23 \text{ lts/seg}$$

- Relación hidráulica q/Q

$$\frac{q}{Q} = \frac{65,10}{2\,355} = 0,0276$$

- Relación hidráulica d/D (Según tablas)

$$\frac{d}{D} = 0,1140$$

- Relación hidráulica v/V (Según tablas)

$$\frac{v}{V} = 0,4357$$

- Velocidad de diseño ($V_{\text{diseño}}$)

$$V_{\text{diseño}} = \text{Rel} \cdot \left(\frac{v}{V} \right) \cdot V_{st}$$

$$V_{\text{diseño}} = 0,4357 \cdot 8,07 = 3,52 \text{ m/seg}$$

- Cotas invert

$$\begin{aligned} \text{CIS} &= \text{CT} - \text{ALT}_{\text{POZO}} - 0,03 \\ \text{CIS} &= 125,25 - 2,20 - 0,03 = 123,02 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CIE} &= \text{CIS} - (S_{tb}(\text{Dist} - 1,20)) \\ \text{CIE} &= 123,02 - (87,87 * (8/100)) = 116,05 \end{aligned}$$

- Altura de pozos

$$\begin{aligned} \text{INICIO} &= \text{CT} - \text{CIS} \\ \text{INICIO} &= 125,25 - 123,02 = 2,25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FINAL} &= \text{CT} - \text{CIS} \\ \text{FINAL} &= 118,05 - 116,05 = 2,05 \text{ m} \end{aligned}$$

3.6. Rejillas

Estas serán colocadas en cada esquina con el objetivo de lograr una mayor captación de las agua de tormenta. Se han dispuesto rejillas transversales al centro de cada calle, en las cuales ingresa la escorrentía de lluvia guiadas por las pendientes al centro de las calles y luego pasan a los colectores principales.

3.7. Elaboración de planos

Al finalizar el desarrollo del diseño del proyecto se elaborarán los planos finales del mismo. Después de un replanteo topográfico que brindará una visión más clara de lo que se alcanzará.

3.8. Presupuesto

Se elaboró tomando como base los precios que se cotizan en el área de Sacatepéquez, los salarios de la mano de obra calificada y no calificada fueron obtenidos de los datos que maneja la municipalidad para trabajos de este tipo.

El presente presupuesto ha sido integrado en renglones de trabajo, a los cuales se les ha asignado un precio unitario basado en los costos de materiales y mano de obra por lo cual variarán según el mercado de los mismos en el período de ejecución.

A continuación se presentan las tablas de resumen de integración de cantidad de materiales y costo de materiales en conjunto a la mano de obra de la ejecución del proyecto.

Tabla III. **Presupuesto, sistema alcantarillado pluvial zonas 1 y 2
Ciudad Vieja, Sacatepéquez**

NÚM .	DESCRIPCIÓN/REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	SUB-TOTAL
1	Preliminares	m.l.	2 832	Q 11,30	Q 31 990,40
2	Remoción de adoquinamiento	mt2	4 500	Q 9,26	Q 41665,00
3	Colocación de adoquín en brecha (1,50 m de ancho + base de selecto compactada)	mt2	4 500	Q 71,77	Q 322 985,00
4	Excavación de zanjas (1 m de ancho)	mt3	5 500	Q 65,00	Q 275 000,00
5	Relleno de zanja	mt3	3 100	Q 157,26	Q 485 290,00
6	Acarreo de material sobrante	mt3	2 400	Q 91,00	Q 120 000,00
7	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,60m	unidad	3	Q 6 729,32	Q 20 187,96
8	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,65m	unidad	13	Q 6 785, 55	Q 88 212,09
9	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,70m	unidad	3	Q 6 983,02	Q 20 949,05
10	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,80m	unidad	6	Q 7 044,31	Q 42 265,86
11	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,85m	unidad	2	Q 7 102,94	Q 14 205,88
12	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,95m	unidad	4	Q 7 163,72	Q 28 654,86
13	Pozos de visita Ø=1,20 m h=2,05m	unidad	9	Q 7 245,62	Q 65 210,54
14	Pozos de visita Ø=1,20 m h=2,25m	unidad	1	Q 7 431,19	Q 7 431,19
15	Pozos de visita Ø=1,20 m h=2,55m	unidad	3	Q 8 298,29	Q 24 894,87
16	Pozos de visita Ø=1,20 m h=2,85m	unidad	2	Q 8 383,77	Q 16 767,53
17	Pozos de visita Ø=1,20 m h=3,20m	unidad	2	Q 8 710,72	Q 17 421,43
18	Colector principal pvc, Ø= 18"	tubos	129	Q 7 527,00	Q 970 983,00
19	Colector principal pvc, Ø = 24"	tubos	208	Q 10 818,60	Q 2 250 268,80
20	Colector principal pvc, Ø = 36"	tubos	89	Q 23 847,20	Q 2 122 400,80
21	Colector principal pvc, Ø = 42"	tubos	49	Q 32 463,60	Q 1 590 716,40
22	Caja colectora + rejilla metalica	unidad	27	Q 3 761,88	Q 101 570,63
GRAN TOTAL					Q 8 627 080,87

Fuente: elaboración propia.

3.9. Cronograma de ejecución

Mediante los siguientes cronogramas se programa la ejecución del proyecto por renglones de trabajo.

Tabla IV. **Cronograma de ejecución, sistema alcantarillado pluvial zonas 1 y 2 Ciudad Vieja, Sacatepéquez**

NÚM.	DESCRIPCIÓN/REGLÓN	MESES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Preliminares												
2	Remoción de adoquinamiento												
3	Colocación de adoquín en brecha (1,50 m de ancho + base de selecto compactada)												
4	Excavación de zanjas (1 m de ancho)												
5	Relleno de zanja												
6	Acarreo de material sobrante												
7	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,60m												
8	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,65m												
9	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,70m												
10	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,80m												
11	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,85m												
12	Pozos de visita Ø=1,20 m h=1,95m												
13	Pozos de visita Ø=1,20 m h=2,05m												
14	Pozos de visita Ø=1,20 m h=2,25m												
15	Pozos de visita Ø=1,20 m h=2,55m												
16	Pozos de visita Ø=1,20 m h=2,85m												
17	Pozos de visita Ø=1,20 m h=3,20m												
18	Colector principal pvc, Ø= 18"												
19	Colector principal pvc, Ø = 24"												
20	Colector principal pvc, Ø = 36"												
21	Colector principal pvc, Ø = 42"												
22	Caja colectora + rejilla metalica												

Fuente: elaboración propia.

3.10. Estudio de Impacto Ambiental

En todo proyecto de ingeniería es crucial identificar el impacto que este representa contra el bienestar social y ambiental. Por lo que el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es un proceso formal empleado para predecir las consecuencias ambientales de una propuesta o la ejecución de un proyecto. Este se ha empleado a diversos proyectos y ha dado lugar a la aparición de numerables técnicas nuevas, como los estudios de impacto sanitario y social.

Estos son algunos de los objetivos del estudio de impacto ambiental:

- Evaluar los riesgos para la salud de la población, debido a la exposición de las aguas residuales en la superficie por los altos niveles de afluyente a los que se expone la tubería combinada existente.
- Analizar los efectos perniciosos sobre la variedad de recursos naturales renovables, entre ellos el suelo, el agua y el aire.
- Localizar las áreas aledañas donde se ven expuestas la población, recursos y sectores protegidos, así como el valor ambiental del territorio.
- Observar alteraciones de sitios antropológicos e históricos y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

El objetivo es reconocer los impactos generados en las etapas de operación y construcción del presente proyecto. Las actividades relevantes en las distintas etapas del proyecto son las siguientes:

- Etapa de operación
- Etapa de construcción

CONCLUSIONES

1. La realización del diseño contempla la separación de alcantarillado sanitario y pluvial el cual beneficia directamente a la población de las zonas 1 y 2 de Ciudad Vieja, Sacatepéquez. Brindando un mejor servicio a la población que consiste en eliminar los focos de contaminación que tantas enfermedades les han causado por el actual alcantarillado.
2. Los presentes proyectos alcanzan el mejoramiento de las condiciones sanitarias actuales, eliminando por completo la exposición de aguas negras residuales en la superficie de los distintos puntos de la zona. Controlando de esa manera las diversas enfermedades que se provocan, también teniendo un mayor control sobre las aguas pluviales evitando inundaciones llevándolas a un punto de desfogue.
3. El diseño del alcantarillado sanitario está realizado de manera que garantice un mayor tiempo de vida útil, con un desfogue a la planta de tratamiento en la cual se dará los tratamientos correspondientes para disminuir la contaminación de ríos y medio ambiente, principalmente al río Guacalate y su desfogue. Así como el alcantarillado pluvial tendrá un mayor control de inundación, las cuales son causantes de destrucción de infraestructuras por lo que tiene un desfogue directo al río para evitar inundación dentro del casco urbano.

RECOMENDACIONES

1. A la Municipalidad de Ciudad Vieja contratar la supervisión profesional necesaria para la construcción del proyecto, con el fin de garantizar el cumplimiento de las especificaciones de diseño y construcción, indicadas que se dan en planos, y llevar un buen control de la obra, tanto técnico como de los costos.
2. A la Municipalidad de Ciudad Vieja, que la construcción de los alcantarillados, lo realice a través de un plan tripartito, donde la población aporte la mano de obra no calificada. La Municipalidad colocará la mano de obra calificada u otra entidad de servicio aporte de materiales, al mismo tiempo se podrá concientizar a los pobladores, sobre el uso y cuidado de los alcantarillados.
3. Cumplir con las normas y especificaciones para la ejecución y supervisión de proyectos, con el fin de garantizar la vida útil de los sistemas de alcantarillados.
4. Brindar un mantenimiento periódico adecuado, para lograr con ello que los sistemas de alcantarillado funcionen a un nivel más óptimo.
5. Actualizar los precios de materiales, mano de obra y maquinaria con el fin de mantener al día los costos del proyecto, basados en las constantes variaciones económicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. CABRERA RIEPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*
2. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989. 146 p.
2. GÁLVEZ ÁLVAREZ, Hugo Alejandro. *Planificación y diseño de los sistemas de drenajes sanitario y pluvial para la cabecera municipal de Pasaco, Jutiapa*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 103 p.
3. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: Infom, 2008. 26 p.
4. URETA L., Robert. *Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular*. 2ª. ed. México: Harla, 1992. 252 p.

APÉNDICES

Cálculo hidráulico y planos de sistema de alcantarillado separativo de agua
pluvial y sanitaria para las zonas 1 y 2 de Ciudad Vieja, Sacatepéquez,
Guatemala

Cálculo hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario

[illegible]

Fuente: elaboración propia

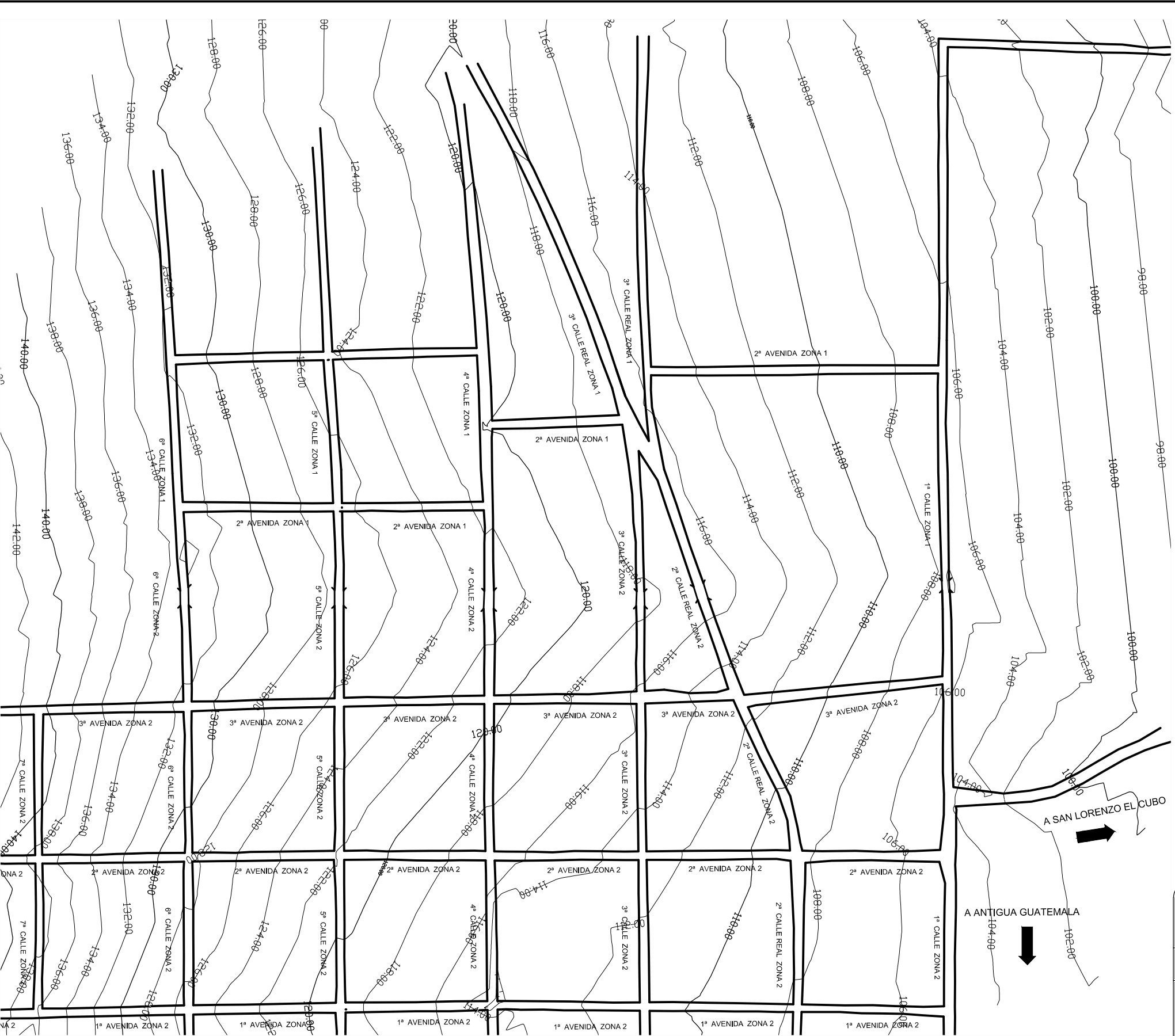
Cálculo hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario

TRAMO	DIRECCION	DE PV	A PV	Cotas Terreno		DH (m)	S% Terreno	No. Casas		Hab. Serv. Act.		Hab. Serv. Fut.		Caudal Domiciliar		Conexiones Ilícitas		Caudal Infiltración	Caudal Sanitario		FQM		FQM + Utilizar	Factor Harmord		q diseño (l/s)		Ø píg.	S (%) Tubo		Sección Llana		q/Q		v/v		d/d		Tirante (%)		v (m/s)		DE PV	A PV	Cotas Terreno		DH (EE) CENTRO	DH DE POZO A POZO Ø píg.	S (%) Tubo DISEÑO	Cotas Invert		ALTURA POZO	POZO DIAMETRO (m) Zanja (m)	Ancho Zanja (m)	Long. Zanja (m)	Altura Prom (m)	Excavación (m³)				
				Inicio	Final			Local	Acum.	Local	Acum.	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Salida	Entrada																			
RAMAL 3	3a Av 6 calle Zona 2,	19	20	140.53	131.05	86.28	10.99	45	63	315	441	1163	1627	0.87	3.20	0.09	0.32	0.07	1.03	3.60	0.002	0.002	0.002	4.00	3.65	3.53	11.89	8	10.99	11.00	4.55	147.52	0.02	0.08	0.42	0.60	0.11	0.19	14.13	25.47	1.89	2.72	19	20	140.53	131.05	86.28	85.08	8	11.00	138.60	129.24	2.00	1.20	0.60	83.88	1.87	94.09			
	3a Av 5 calle Zona 2,	20	21	131.05	125.45	87.42	6.41	26	97	182	679	672	2505	1.34	4.93	0.13	0.49	0.05	1.52	5.47	0.002	0.002	0.002	3.90	3.51	5.30	17.57	8	6.41	5.80	3.30	107.12	0.05	0.16	0.52	0.74	0.15	0.27	20.13	36.40	1.71	2.43	20	21	131.05	125.45	87.42	86.22	8	5.80	129.02	124.02	1.60	1.20	0.60	85.02	1.73	88.28			
	3a Av 4 calle Zona 2,	21	22	125.45	120.55	85.87	5.71	16	128	112	896	414	3306	1.76	6.50	0.18	0.65	0.04	1.98	7.19	0.002	0.002	0.002	3.83	3.41	6.86	22.52	8	5.71	5.70	3.27	106.19	0.06	0.21	0.56	0.79	0.17	0.31	22.93	41.60	1.84	2.60	21	22	125.45	120.55	85.87	84.67	8	5.70	123.82	118.99	1.65	1.20	0.60	83.47	1.59	79.79			
	3a Av 3 calle Zona 2,	22	23	120.55	115.58	86.82	5.72	14	150	98	1050	362	3874	2.07	7.62	0.21	0.76	0.04	2.31	8.42	0.002	0.002	0.002	3.79	3.35	7.95	25.92	12	5.72	5.50	4.22	307.56	0.03	0.08	0.43	0.61	0.11	0.20	22.00	39.20	1.80	2.56	22	23	120.55	115.58	86.82	85.62	12	5.50	118.87	114.16	1.50	1.20	0.60	84.42	1.55	78.49			
	3a Av 2 calle Zona 2,	23	24	115.58	112.81	48.81	5.68	6	156	42	1092	155	4029	2.15	7.93	0.21	0.79	0.02	2.38	8.74	0.002	0.002	0.002	3.78	3.33	8.24	26.84	12	5.68	5.60	4.25	310.34	0.03	0.09	0.43	0.61	0.11	0.20	22.40	39.60	1.83	2.60	23	24	115.58	112.81	48.81	47.61	12	5.60	114.05	111.38	1.50	1.20	0.60	46.41	1.48	41.16			
	3a Av 2 calle Zona 2,	24	25	112.81	112.36	12.76	3.53	2	168	14	1176	52	4339	2.31	8.54	0.23	0.85	0.01	2.55	9.40	0.002	0.002	0.002	3.75	3.30	8.83	28.65	12	3.53	3.00	3.11	227.14	0.04	0.13	0.48	0.68	0.13	0.24	26.80	47.80	1.50																				

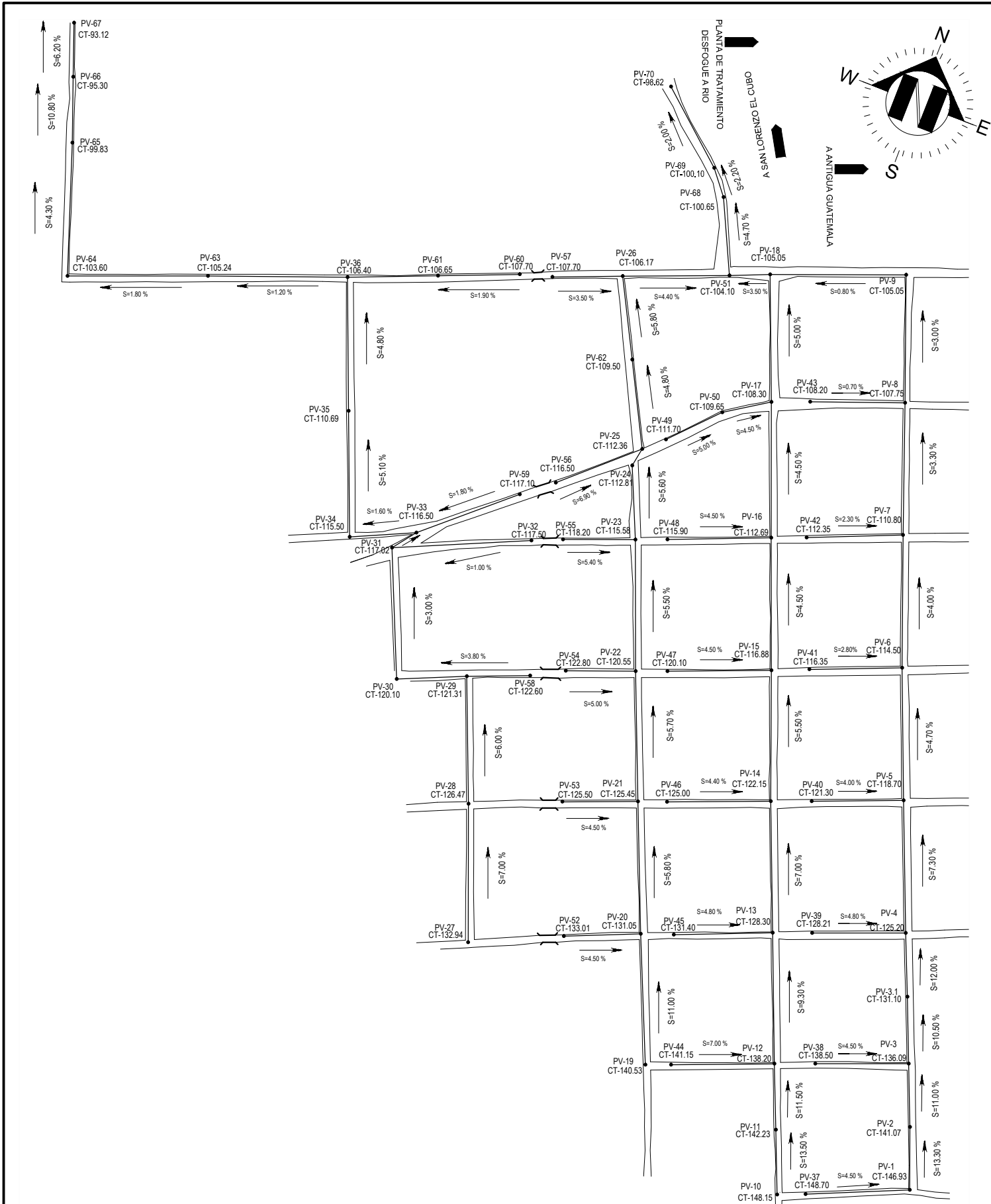
Fuente: elaboración propia

Cálculo hidráulico del sistema de alcantarillado pluvial

TRAMO	DIRECCION	DE PV	A PV	Cotas Terreno		DH (m)	S% Terreno	Area Tributaria mts2		Area Tributaria (Ha)	Tiempo de Concentraciön	C - ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA	q diseño (l/s)	ø plg.	S (%) Tubo		Sección Llena		q/Q	v/V	d/D	Tirante (%)	v (m/s)	Cotas Terreno		DH (EJE) CENTRO	ø plg.	S (%) Tubo	Cotas Invert		Prof. Pozo		POZO DIAMETRO (m)	Ancho Zanja (m)	Long. Zanja (m)	Altura Prom (m)	Excavació n (m³)
				Inicio	Final			I (mm/h)	Actual				TERRENO	DISEÑO		V(m/s)	Q(lt/s)	Actual	Actual	Actual	Actual	Inicio	Final	DISEÑO	SALIDA	ENTRADA	Inicio		Final									
																														Local	Acum.	Acum.	t (min)					
RAMAL 1	1a Av 6 calle Zona 2,	1	1.1	134.800	128.200	57.220	11.53	1787.50	1787.5	0.18	12.00	0.51	127.89	32.39	18	11.53	10.00	7.45	1222.70	0.02649	0.4309	0.1120	33.6	3.21	134.800	128.200	57.220	18	10.000	131.570	125.968	3.23	2.23	1.20	1.00	54.82	2.73	149.71
	1a Av 6 calle Zona 2,	1.2	2	128.200	125.250	30.850	9.56	856.58	856.58	0.09	12.08	0.51	127.60	47.87	18	9.56	7.00	6.23	1022.98	0.04679	0.5104	0.1470	44.10	3.18	128.200	125.250	30.850	18	7.000	125.370	123.295	2.83	1.96	1.20	1.00	28.45	2.39	68.07
	1a Av 5 calle Zona 2,	2	3	125.250	118.050	87.870	8.19	1195.36	1195.36	0.12	12.26	0.51	126.96	69.37	24	8.19	8.00	8.07	2355.23	0.02945	0.4429	0.1170	46.80	3.57	125.250	118.050	87.870	24	8.000	123.020	116.086	2.23	1.96	1.20	1.00	85.47	2.10	179.21
	1a Av 4 calle Zona 2,	3	4	118.050	113.930	87.400	4.71	1024.15	1024.15	0.10	12.50	0.51	126.12	87.67	24	4.71	4.50	6.05	1766.42	0.04963	0.5189	0.1510	60.40	3.14	118.050	113.930	87.400	24	4.500	116.020	112.141	2.03	1.79	1.20	1.00	85.00	1.91	162.31
	1a Av 4 calle Zona 2,	4	5	113.930	110.800	87.600	3.57	956.87	956.87	0.10	12.78	0.51	125.18	104.64	24	3.57	3.50	5.34	1557.84	0.06717	0.5677	0.1750	70.00	3.03	113.930	110.800	87.600	24	3.500	111.900	108.876	2.03	1.92	1.20	1.00	85.20	1.98	168.44
	1a Av 3 calle Zona 2,	5	6	110.800	107.380	87.150	3.92	854.18	854.18	0.09	13.05	0.51	124.26	119.67	24	3.92	3.50	5.34	1557.84	0.07682	0.5909	0.1870	74.80	3.15	110.800	107.380	87.150	24	3.500	108.820	105.812	1.98	1.57	1.20	1.00	84.75	1.77	150.36
	1a Av 3 calle Zona 2,	6	7	107.380	105.500	83.060	2.26	1098.65	1098.65	0.11	13.38	0.51	123.18	138.84	24	2.26	2.20	4.23	1235.09	0.11242	0.6610	0.2260	90.40	2.80	107.380	105.500	83.060	24	2.200	105.750	103.949	1.63	1.55	1.20	1.00	80.66	1.59	128.29
	1 calle 2a Av Zona 2,	7	14	105.500	105.250	87.380	0.29	1124.20	1124.20	0.11	13.84	0.51	121.66	158.22	36	0.29	0.70	3.13	2054.06	0.07703	0.5909	0.1870	85.00	1.85	105.500	105.250	87.380	36	0.700	103.870	103.267	1.63	1.98	1.20	1.00	84.98	1.81	153.53
RAMAL 2	2a Av 7 calle Zona 2,	8	9	137.050	128.150	89.210	9.98	1465.25	1465.25	0.15	12	0.51	127.89	26.55	18	9.98	8.80	6.99	1146.99	0.02314	0.4137	0.1050	31.5	2.89	137.050	128.150	89.210	18	8.800	134.020	126.275	3.03	1.87	1.20	1.00	86.81	2.45	212.90
	2a Av 7 calle Zona 2,	9	10	128.150	121.300	92.000	7.45	654.45	654.45	0.07	12.21	0.51	127.14	38.33	18	7.45	7.20	6.32	1037.49	0.03695	0.4753	0.1310	39.3	3.00	128.150	121.300	92.000	18	7.200	126.120	119.582	2.03	1.72	1.20	1.00	89.60	1.87	167.89
	2a Av 6 calle Zona 2,	10	11	121.300	116.450	91.620	5.29	875.36	875.36	0.09	12.46	0.51	126.29	54.00	24	5.29	5.40	6.63	1935.02	0.0279	0.4357	0.1140	45.6	2.89	121.300	116.450	91.620	24	5.400	119.470	114.587	1.83	1.86	1.20	1.00	89.22	1.85	164.73
	2a Av 5 calle Zona 2,	11	12	116.450	112.300	87.490	4.74	954.35	954.35	0.10	12.69	0.51	125.50	70.96	24	4.74	4.40	5.98	1746.68	0.04063	0.4887	0.1370	54.8	2.92	116.450	112.300	87.490	24	4.400	114.570	110.773	1.88	1.53	1.20	1.00	85.09	1.70	144.94
	2a Av 4 calle Zona 2,	12	13	112.300	108.360	93.340	4.22	1001.23	1001.23	0.10	12.93	0.51	124.67	88.65	24	4.22	4.20	5.85	1706.53	0.05195	0.5252	0.1540	61.6	3.07	112.300	108.360	93.340	24	4.200	110.670	106.800	1.63	1.56	1.20	1.00	90.94	1.59	145.04
	2a Av 3 calle Zona 2,	13	14	108.360	105.250	78.670	3.95	879.68	879.68	0.09	13.20	0.51	123.78	104.07	36	3.95	4.40	7.84	5149.81	0.02021	0.3961	0.0980	58.8	3.11	108.360	105.250	78.670	36	4.400	106.730	103.321	1.63	1.93	1.20	1.00	76.27	1.78	135.71
	1 calle 2a Av Zona 2,	14	28.1	105.250	104.100	31.060	3.70	910.58	910.58	0.09	13.36	0.51	123.22	119.97	36	3.70	3.50	6.99	4593.03	0.02612	0.4285	0.1110	66.6	3.00	105.250	104.100	31.060	36	3.500	103.220	102.175	2.03	1.93	1.20	1.00	28.66	1.98	56.68
RAMAL 3	3a Av 6 calle Zona 2,	15	16	141.150	130.870	86.680	11.86	1897.5	1897.50	0.19	12	0.51	127.89	34.38	18	11.86	10.50	7.63	1252.89	0.02744	0.4333	0.1130	33.9	3.31	141.150	130.870	86.680	18	10.500	138.320	129.345	2.83	1.53	1.20	1.00	84.28	2.18	183.54
	3a Av 5 calle Zona 2,	16	17	130.870	125.050	91.720	6.35	975.24	975.24	0.10	12.19	0.51	127.22	51.95	18	6.35	6.10	5.82	954.96	0.05441	0.5335	0.1580	47.4	3.10	130.870	125.050	91.720	18	6.100	129.040	123.518	1.83	1.53	1.20	1.00	89.32	1.68	150.13
	3a Av 4 calle Zona 2,	17	18	125.050	120.190	91.810	5.29	898.45	898.45	0.09	12.45	0.51	126.30	68.03	18	5.29	5.30	5.42	890.14	0.07643	0.5909	0.1870	56.1	3.20	125.050	120.190	91.810	18	5.300	123.470	118.668	1.58	1.52	1.20	1.00	89.41	1.55	138.69
	3a Av 3 calle Zona 2,	18	19	120.190	115.080	87.490	5.84	854.98	854.98	0.09	12.73	0.51	125.33	83.21	24	5.84	5.60	6.75	1970.53	0.04223	0.4953	0.1400	56	3.34	120.190	115.080	87.490	24	5.600	118.610	113.778	1.58	1.30	1.20	1.00	85.09	1.44	122.62
	3a Av 2 calle Zona 2,	19	19.1	115.080	112.800	46.320	4.92	957.45	957.45	0.10	12.95	0.51	124.60	100.11	24	4.92	5.00	6.38	1861.97	0.05377	0.5314	0.1570	62.8	3.39	115.080	112.800	46.320	24	5.000	113.450	111.194	1.63	1.61	1.20	1.00	43.92	1.62	71.06
	3a Av 2 calle Zona 2,	19.1	20	112.800	112.660	11.740	1.19	956.53	956.53	0.10	13.07	0.51	124.19	116.94	24	1.19	2.00	4.03	1177.61	0.0993	0.6366	0.2120	84.8	2.57	112.800	112.660	11.740	24	2.000	111.120	110.909	1.68	1.75	1.20	1.00	9.34	1.72	16.02
	3a Av 2 calle Zona 2,	20	20.1	112.660	109.700	58.910	5.02	873.34	873.34	0.09	13.12	0.51	124.																									



NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN	Nº	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN	Nº	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN	Nº
1000.00	500.00	100.03	E-1	93	715.43	901.44	101.48	E-10	185	735.77	650.79	106.93	OC	
998.28	510.39	100.02	O.C.	94	703.25	944.53	100.42	OC	186	741.64	637.53	107.07	OC	
992.62	507.90	100.44	O.C.	95	697.19	947.89	100.21	OC	187	759.64	609.00	107.15	OC	
991.64	523.18	100.79	O.C.	96	691.69	960.59	100.12	OC	188	765.11	596.81	107.20	OC	
986.21	520.27	100.97	O.C.	97	685.78	974.15	100.14	OC	189	771.07	583.60	107.26	OC	
984.38	535.46	101.11	O.C.	98	680.17	987.89	100.05	OC	190	774.55	571.79	107.36	OC	
986.63	532.78	101.03	O.C.	99	675.77	1000.42	100.10	OC	191	783.40	558.22	107.55	OC	
977.73	547.14	101.27	O.C.	100	669.04	1013.21	100.27	OC	192	787.49	547.66	107.72	OC	
974.17	544.69	101.23	O.C.	101	662.58	1026.44	100.50	OC	193	787.81	547.79	107.76	OC	
958.03	582.50	101.37	O.C.	102	655.30	1044.25	101.01	OC	194	790.28	543.09	107.76	OC	
942.76	605.31	102.09	O.C.	103	648.49	1059.75	101.50	OC	195	796.60	530.95	107.99	OC	
785.12	751.90	103.38	P.V.	104	646.32	1066.10	101.58	OC	196	803.87	517.73	108.19	OC	
775.60	764.63	103.24	O.C.	105	648.16	1060.49	101.63	E-11	197	808.63	503.51	108.36	OC	
1042.52	490.51	98.93	ENTRA	106	759.77	805.98	103.78	E-9	198	815.02	492.10	108.39	OC	
1043.55	484.57	98.97	OC	107	748.35	820.56	107.21	E-14	199	820.69	481.23	108.19	OC	
1003.22	487.01	99.57	O.C.	108	714.60	823.11	100.87	OC	200	825.92	470.41	108.12	OC	
1003.06	493.70	99.60	O.C.	109	685.65	983.44	100.10	FE	201	828.83	462.84	108.36	OC	
989.79	495.07	99.88	O.C.	110	682.17	998.65	99.95	OC	202	827.95	458.85	108.51	OC	
989.77	488.43	99.81	O.C.	111	676.46	1011.54	100.03	OC	203	828.28	462.92	108.36	E-16	
986.73	489.10	99.93	P.E.	112	670.65	1023.81	100.37	OC	204	804.31	501.72	108.30	OC	
973.04	488.20	100.36	O.C.	113	731.93	1108.34	100.25	OC	205	799.24	512.58	108.23	OC	
972.14	495.36	100.41	O.C.	114	715.97	1099.25	100.05	OC	206	793.58	525.37	108.05	OC	
967.60	494.69	100.68	E-2	115	704.89	1093.22	100.34	OC	207	785.57	540.96	107.76	OC	
962.97	487.31	100.91	FE	116	692.24	1087.26	100.54	OC	208	783.14	546.03	107.73	OC	
958.50	492.30	101.08	FE	117	681.43	1081.93	100.81	OC	209	789.40	543.86	107.76	E-15	
960.60	486.27	101.05	OC	118	669.37	1076.58	101.07	OC	210	785.94	544.67	107.75	FE	
945.94	481.07	101.99	OC	119	656.47	1070.24	101.39	OC	211	777.41	558.89	107.48	OC	
913.42	471.03	104.17	E-3	120	735.55	1104.07	100.36	E-13	212	771.61	571.08	107.34	OC	
968.44	497.90	101.00	OC	121	644.18	1325.21	101.34	FE	213	765.45	583.36	107.25	OC	
965.25	496.54	100.97	OC	122	644.71	1313.81	101.24	E-13	214	760.04	594.90	107.20	OC	
962.05	512.28	101.99	OC	123	646.90	1327.36	101.38	OC	215	754.62	606.73	107.15	OC	
924.09	597.01	102.85	OC	124	647.52	1334.70	101.51	OC	216	738.10	615.78	107.88	OC	
965.18	501.90	101.29	FE	125	648.66	1343.05	101.57	OC	217	673.60	591.62	111.14	OC	
917.99	461.31	104.32	FE	126	650.79	1353.48	101.75	OC	218	671.84	587.50	111.17	FE	
934.98	424.25	105.37	OC	127	652.97	1362.14	101.80	OC	219	675.06	586.91	111.20	E-17	
941.13	420.73	105.86	OC	128	655.86	1371.01	102.15	OC	220	685.35	596.94	110.30	OC	
962.37	372.39	106.95	OC	129	661.69	1387.84	102.46	OC	221	697.83	602.58	109.69	OC	
958.12	370.49	106.92	OC	130	667.59	1404.29	102.68	OC	222	709.52	607.84	109.16	OC	
966.42	361.99	108.20	OC	131	676.63	1428.40	103.17	OC	223	722.55	613.99	108.58	OC	
966.41	362.00	108.20	OCP	132	689.09	1442.71	103.91	OC	224	735.03	619.81	105.96	OC	
968.19	357.13	108.26	OCP	133	688.78	1447.25	103.43	OC	225	735.03	619.81	107.96	OC	
981.12	324.18	106.95	E-4	134	686.85	1461.78	104.08	OC	226	670.44	584.25	111.40	E-18	
968.07	351.04	107.76	FE	135	690.52	1479.69	104.74	OC	227	656.46	577.14	112.15	OC	
946.65	409.25	106.17	FE	136	689.92	1493.92	105.02	OC	228	643.47	571.13	112.86	OC	
914.64	474.45	104.09	FE	137	688.89	1490.84	104.96	FE	229	630.19	565.20	113.63	OC	
916.01	481.36	104.00	OC	138	699.81	1497.67	105.53	OCP	230	617.24	559.58	114.33	OC	
909.56	478.37	104.21	OC	139	699.26	1504.56	105.68	OCP	231	604.47	553.74	115.08	OC	
938.01	476.57	104.71	OC	140	697.25	1503.74	100.85	OC	232	596.58	549.74	115.82	OC	
908.69	497.41	104.59	OC	141	661.38	1391.92	100.86	OC	233	591.61	547.64	115.82	OC	
903.64	507.15	105.06	E-5	142	667.43	1375.78	100.72	OC	234	578.81	541.83	116.61	OC	
901.97	505.96	104.84	FE	143	705.03	1389.19	100.62	OC	235	566.45	536.39	117.29	OC	
899.75	516.90	104.92	OC	144	813.45	651.67	105.02	OC	236	553.75	530.26	118.11	OC	
893.95	514.39	104.98	OC	145	810.41	656.91	105.02	OC	237	540.54	524.90	118.86	OC	
887.93	526.80	105.00	OC	146	797.64	649.99	105.55	OC	238	527.27	519.11	119.54	OC	
875.75	568.25	105.04	OC	147	799.28	645.28	105.55	OC	239	516.45	514.06	120.45	OC	
870.01	568.39	105.08	OC	148	796.51	639.08	105.96	OC	240	511.18	511.57	120.71	OC	
864.06	578.40	105.00	OC	149	784.93	643.34	105.99	OC						
869.62	581.47	105.07	OC	150	769.94	635.94	106.54	OC						
861.45	583.77	104.96	OC	151	771.26	631.81	106.53	OC						
867.37	586.43	104.97	OC	152	753.36	622.93	107.10	OC						
868.15	583.69	105.06	E-6	153	751.61	627.19	107.11	OC						
866.67	582.62	105.01	FE	154	750.45	623.90	107.15	OC						
831.23	663.66	104.48	E-7	155	750.41	624.13	107.11	FE						
820.29	663.80	104.37	FE	156	747.28	625.34	107.14	OC						
827.31	657.91	104.46	OC	157	748.81	619.37	107.15	OC						
823.97	663.14	104.47	OC	158	746.16	641.84	106.97	OC						
818.64	676.25	104.48	OC	159	738.97	653.49	106.99	OC						
825.27	679.06	104.35	OC	160	734.68	666.29	106.80	OC						
813.65	691.76	104.08	OC	161	728.94	678.71	106.75	OC						
812.30	689.51	104.23	OC	162	722.48	691.53	106.83	OC						
807.38	701.65	103.90	OC	163	718.16	701.73	106.78	OC						
813.34	703.98	103.90	OC	164	716.08	706.37	106.84	OC						
807.31	717.34	103.67	OC	165	716.08	706.37	106.84	OC						
801.83	714.48	103.78	OC	166	710.28	718.48	106.99	OC						
796.09	727.15	103.68	OC	167	704.80	730.57	107.01	OC						
801.84	728.88	103.60	OC	168	699.74	742.27	107.08	OC						
796.61	740.95	103.54	OC	169	693.04	758.13	107.26	OC						
794.76	745.43	103.46	OC	170	688.13	772.78	107.67	OC						
788.18	742.32	103.56	OC	171	683.68	783.32	107.73	OC						
791.69	737.33	103.60	OC	172	678.50	780.61	107.98	OC						
794.52	742.21	103.53	FE	173	678.68	785.72	107.94	FE						
796.24	741.26	103.54	E-8	174	685.03	765.37	107.43	OC						
783.46	755.50	103.32	OC	175	690.99	752.05	107.16	OC						
789.25	757.79	103.24	OC	176	697.21	737.45	107.05	OC						
784.95	767.48	103.14	OC	177	703.24	723.63	106.95	OC						
779.65	764.68	103.26	OC	178	708.35	712.06	106.91	OC						
754.97	819.54	103.84	OC	179	711.92	704.77	106.92	OC						
748.57	831.88	103.67	OC	180	713.97	700.52	106.87	OC						
749.96	846.10	103.52	OC	181	715.74	702.79	106.83	FE						
712.92	910.27	101.31	OC	1										




PLANTA GENERAL ALCANTARILLADO SANITARIO
ESCALA HORIZONTAL: 1:2500

TRAMO	DE PV	A PV	DISTANCIA ENTRE	S% Terreno	DIAMETRO TUBERIA	S% TUBERIA
TRAMO 1	1	2	41.365	14.17	8	13.30
	2	3	41.800	11.91	8	11.00
	3	3.1	44.250	11.28	8	10.50
	3.1	4	42.058	14.03	8	12.00
	4	5	87.424	7.44	12	7.30
	5	6	87.434	4.80	12	4.70
	6	7	87.600	4.22	16	4.00
	7	8	87.154	3.50	16	3.30
	8	9	84.446	3.20	16	3.00
	37	1	68.740	2.57	8	4.50
	38	3	61.620	3.91	8	5.50
	39	4	61.640	4.88	8	4.80
	40	5	60.660	4.29	8	4.00
	41	6	61.130	3.03	8	2.80
	42	7	63.640	2.44	8	2.30
	43	8	62.610	0.72	8	0.70
	9	18	89.650	0.00	20	0.80
RAMAL 2	10	11	42.477	13.94	8	13.50
	11	12	43.529	11.56	8	11.50
	12	13	86.360	10.31	8	9.30
	13	14	86.795	7.09	8	7.00
	14	15	86.336	6.10	12	5.50
	15	16	87.490	4.79	12	4.50
	16	17	89.516	4.90	16	4.50
	17	18	84.148	3.86	16	5.00
	44	12	68.130	5.80	8	7.00
	45	13	65.180	4.76	8	4.80
	46	14	68.420	4.17	8	4.40
	47	15	68.550	4.70	8	4.50
	48	16	68.450	4.69	8	4.50
	49	50	41.170	4.98	8	5.00
	50	17	33.200	4.07	8	4.50
	18	51	26.900	3.53	20	3.50

TRAMO	DE PV	A PV	DISTANCIA ENTRE	S% Terreno	DIAMETRO TUBERIA	S% TUBERIA
RAMAL 3	19	20	86.283	10.99	8	11.00
	20	21	87.422	6.41	8	5.80
	21	22	85.872	5.71	8	5.70
	22	23	86.822	5.72	12	5.50
	23	24	48.810	5.68	12	5.60
	24	25	12.760	3.53	16	3.00
	25	62	114.660	6.02	16	4.80
	62	26	59.380	4.82	16	5.80
	52	20	50.780	3.86	8	4.50
	53	21	49.850	4.11	8	4.50
	54	22	46.100	4.88	8	5.00
	55	23	47.750	5.49	8	5.40
	56	25	61.200	6.76	8	6.90
	57	26	46.450	3.29	8	3.50
	26	51	70.300	2.94	20	4.40
	51	68	52.61	6.56	24	4.70
	68	69	23.16	2.37	24	2.20
RAMAL 4	69	70	61.65	2.40	24	2.00
	27	28	91.320	7.08	8	7.00
	28	29	84.200	6.13	8	6.00
	29	30	46.240	2.62	8	3.00
	30	31	86.750	3.55	12	3.00
	31	33	18.800	2.77	12	3.50
	32	31	92.000	0.52	8	1.00
	33	34	44.000	2.27	16	1.60
	34	35	83.170	5.78	16	5.10
	35	36	88.196	4.86	16	4.80
	36	63	92.590	1.25	20	1.20
	63	64	92.610	1.77	20	1.80
	64	65	87.900	4.29	24	4.30
	65	66	43.400	10.44	24	10.80
	66	67	35.620	6.12	24	6.20
	58	29	41.650	3.10	8	3.80
	59	33	72.700	0.83	8	1.80
	60	61	53.900	1.95	8	1.90
	61	36	59.600	0.42	8	0.80

DATOS DESCRIPTIVOS DE TRAMOS ALCANTARILLADO

SIMBOLOGIA	
	TUBERIA DE PVC
	DIRECCION DE PENDIENTE EN CADA TRAMO
	INDICA EL NÚMERO DE POZO DE VISITA
	INDICA POZO DE VISITA
	COTA DE TERRENO
	INDICA PUENTE



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Área de Ejercicio Profesional Supervisado

PROYECTO:
Sistema de Alcantarillado Separativo de Agua Pluvial y Sanitaria para la Zonas 1 y 2 de Ciudad Vieja, Sacatepequez, Guatemala

CONTIENE:
PLANTA GENERAL
ALCANTARILLADO SANITARIO

DISEÑO:
CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES

DIBUJO:
CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES

HOJA NÚMERO
216

PLANO NÚMERO
2

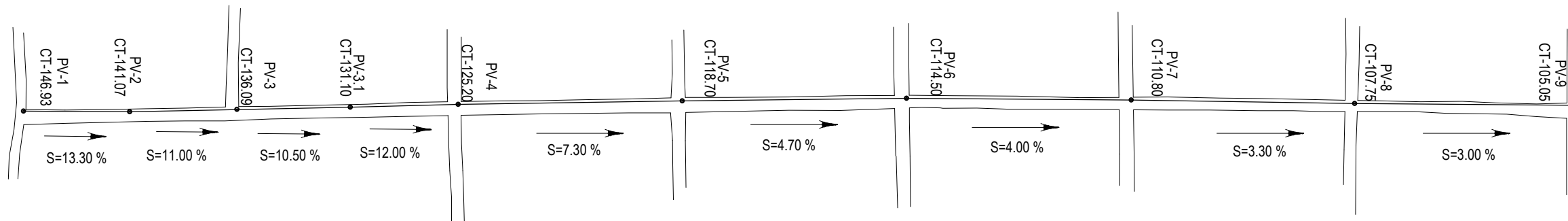
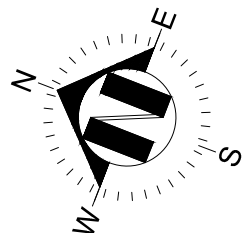
FECHA:
Julio 2,015

CALCULO:
CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES

ESCALA:
INDICADA

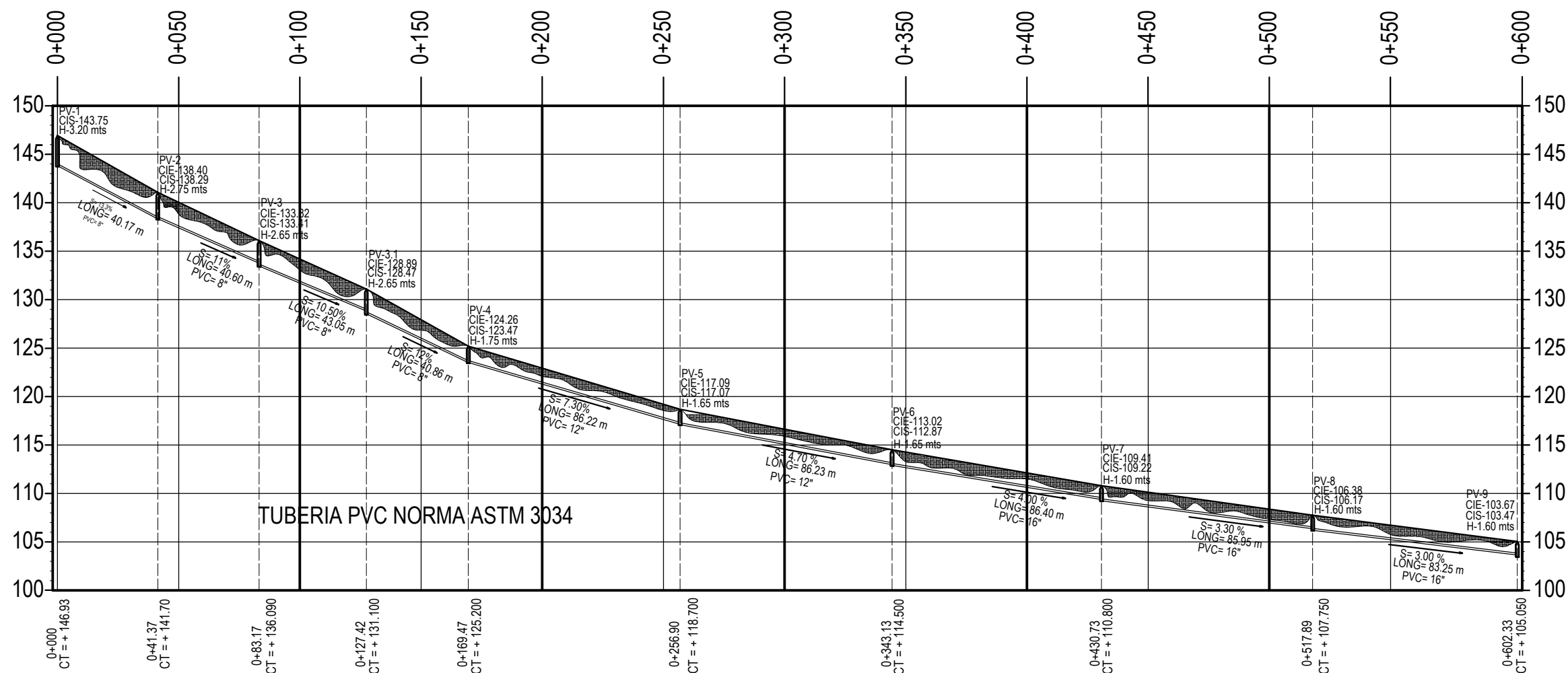
f. Representante - Municipalidad Ciudad Vieja, Sacatepequez

f. Inga Christa Classon de Pinto



PLANTA - ALCANTARILLADO SANITARIO

1a. Ave. ZONA 2 DEL PV-1 AL PV-09 ESCALA HORIZONTAL: 1:2000



PERFIL - ALCANTARILLADO SANITARIO

1a. Ave. ZONA 2 DEL PV-1 AL PV-09 ESCALA HORIZONTAL: 1:2000
ESCALA VERTICAL: 1:250



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Área de Ejercicio Profesional Supervisado

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Separativo de Agua Pluvial y Sanitaria para la Zonas 1 y 2 de Ciudad Vieja, Sacatepequez, Guatemala

HOJA NÚMERO

3 / 16

CONTIENE: PLANTA - PERFIL
ALCANTARILLADO SANITARIO
TRAMOS INDICADOS

FECHA:
Julio 2, 015

PLANO
NÚMERO
3

DISEÑO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

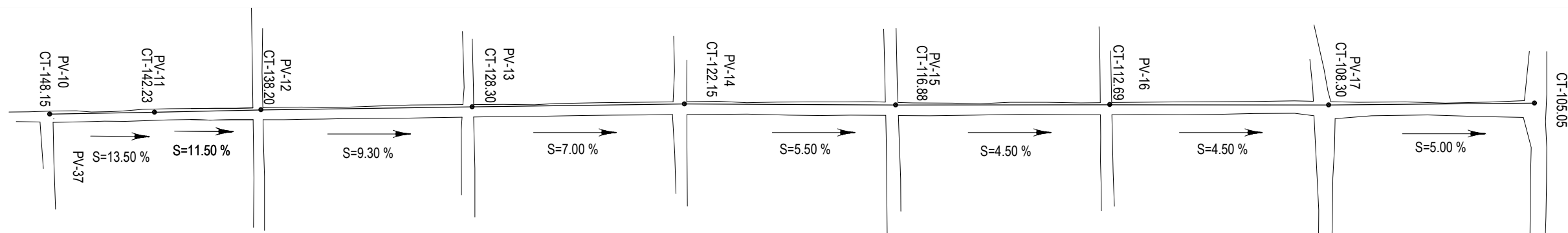
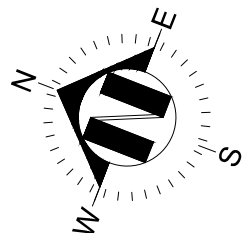
CALCULO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

DIBUJO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

ESCALA:
INDICADA

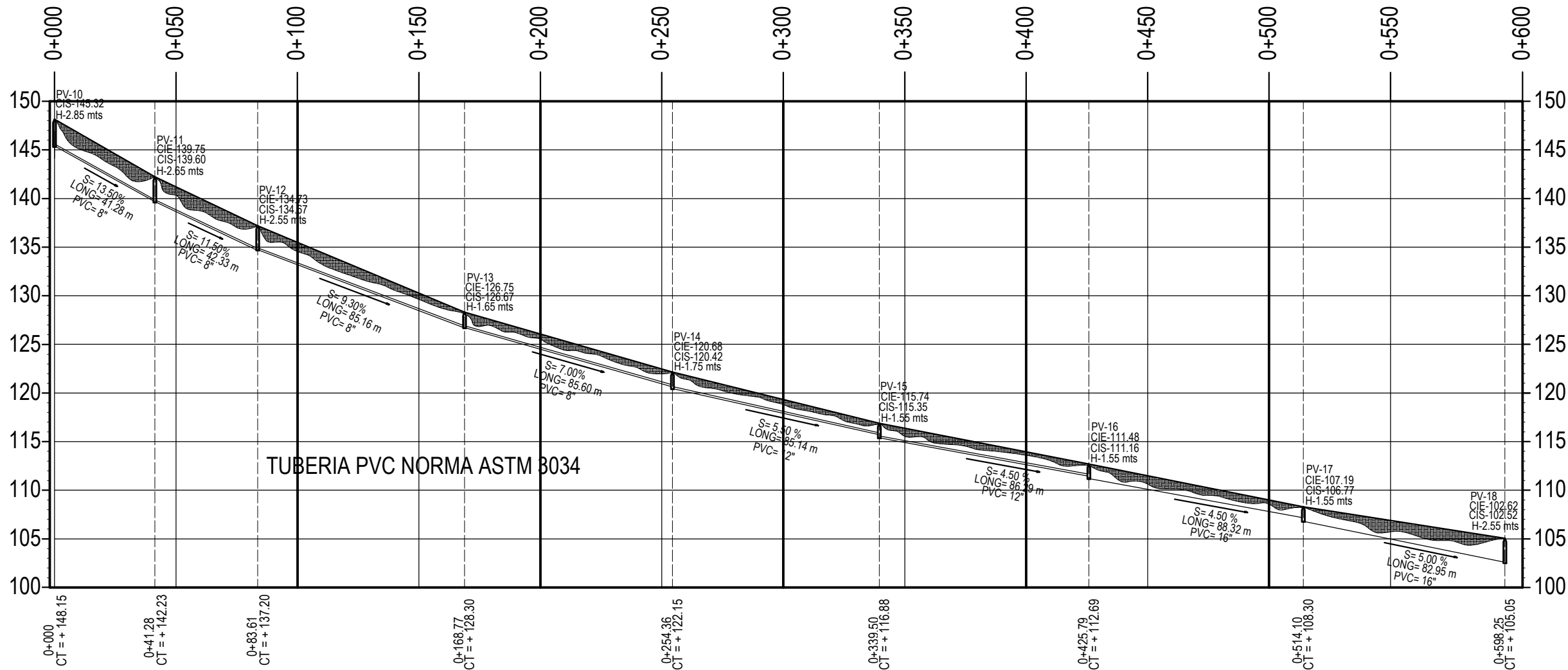
f. Representante - Municipalidad
Ciudad Vieja, Sacatepequez

f. Inga Christa Classon de Pinto



PLANTA - ALCANTARILLADO SANITARIO

2da. Ave. ZONA 2 DEL PV-10 AL PV-18 ESCALA HORIZONTAL: 1:2000



PERFIL - ALCANTARILLADO SANITARIO

2da. Ave. ZONA 2 DEL PV-10 AL PV-18 ESCALA HORIZONTAL: 1:2000
ESCALA VERTICAL: 1:250



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Área de Ejercicio Profesional Supervisado

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Separativo de Agua Pluvial y Sanitaria para la Zonas 1 y 2 de Ciudad Vieja, Sacatepequez, Guatemala

HOJA NÚMERO

4 / 16

PLANO NÚMERO

4

CONTIENE: PLANTA - PERFIL
ALCANTARILLADO SANITARIO
TRAMOS INDICADOS

FECHA:
Julio 2, 015

DISEÑO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

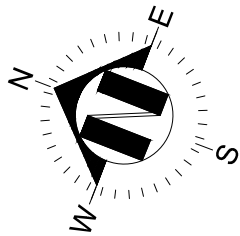
CALCULO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

DIBUJO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

ESCALA:
INDICADA

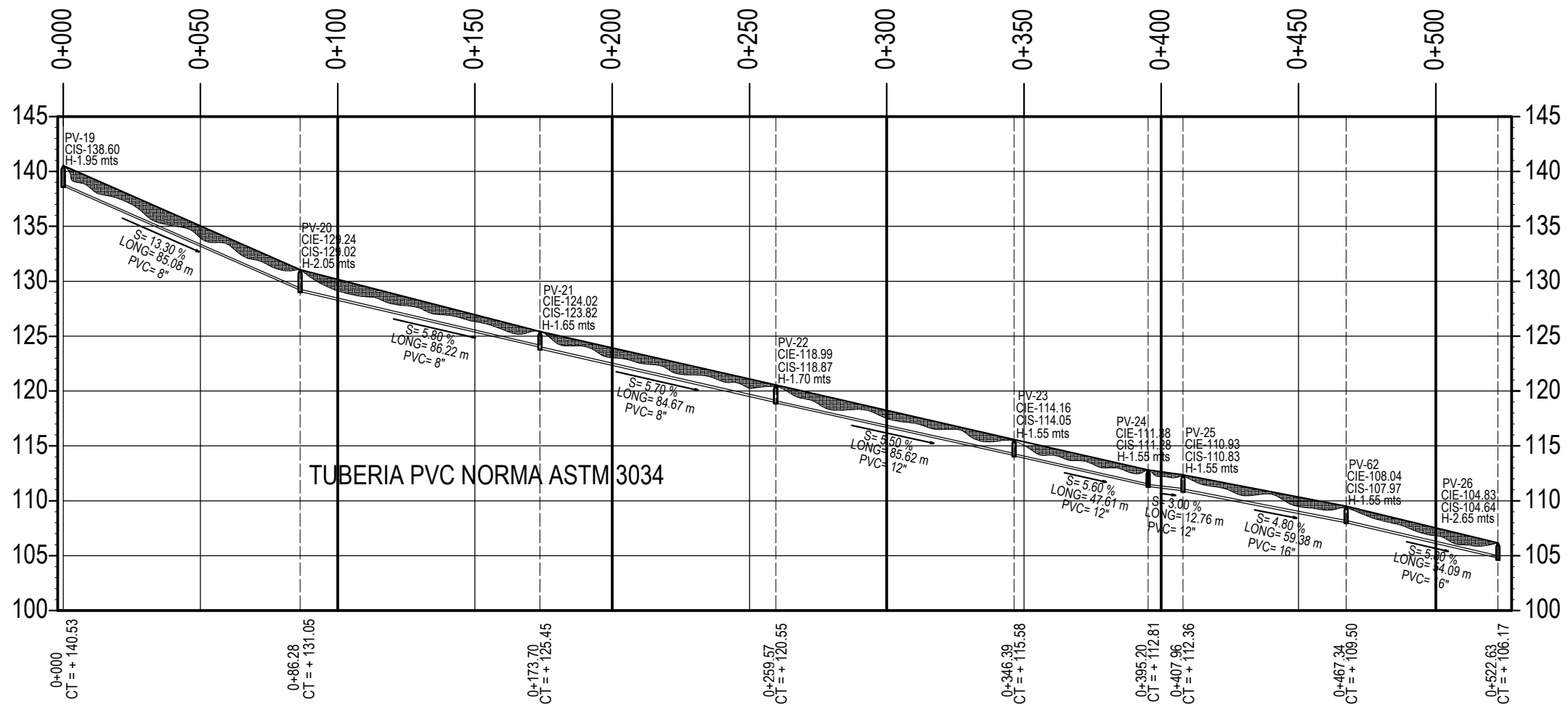
f. Representante - Municipalidad
Ciudad Vieja, Sacatepequez

f. Inga Christa Classon de Pinto



PLANTA - ALCANTARILLADO SANITARIO

3er. Ave. ZONA 2 DEL PV-19 AL PV-26 ESCALA HORIZONTAL: 1:2000



PERFIL - ALCANTARILLADO SANITARIO

3era. Ave. ZONA 2 DEL PV-19 AL PV-26 ESCALA HORIZONTAL: 1:2000
ESCALA VERTICAL: 1:250



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Área de Ejercicio Profesional Supervisado

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Separativo de Agua Pluvial y Sanitaria para la Zonas 1 y 2 de Ciudad Vieja, Sacatepequez, Guatemala

HOJA NÚMERO

5 / 16

CONTIENE: PLANTA - PERFIL
ALCANTARILLADO SANITARIO
TRAMOS INDICADOS

FECHA:
Julio 2, 015

PLANO
NÚMERO
5

DISEÑO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

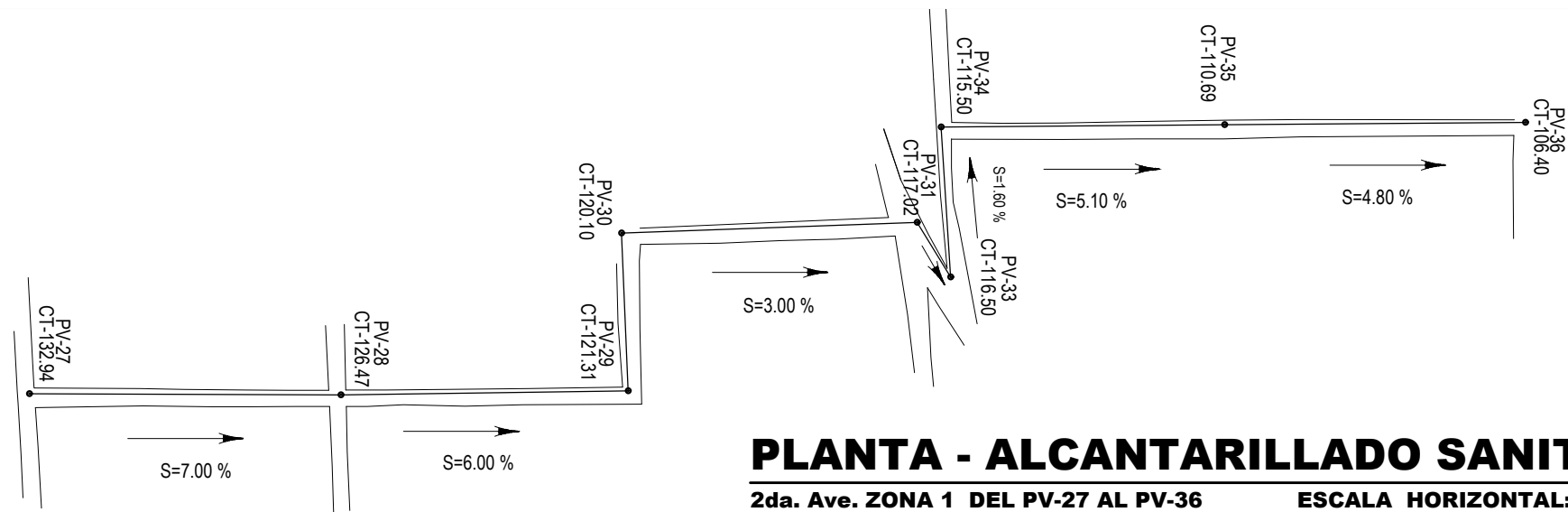
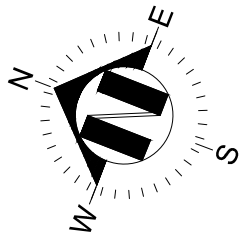
CALCULO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

DIBUJO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

ESCALA:
INDICADA

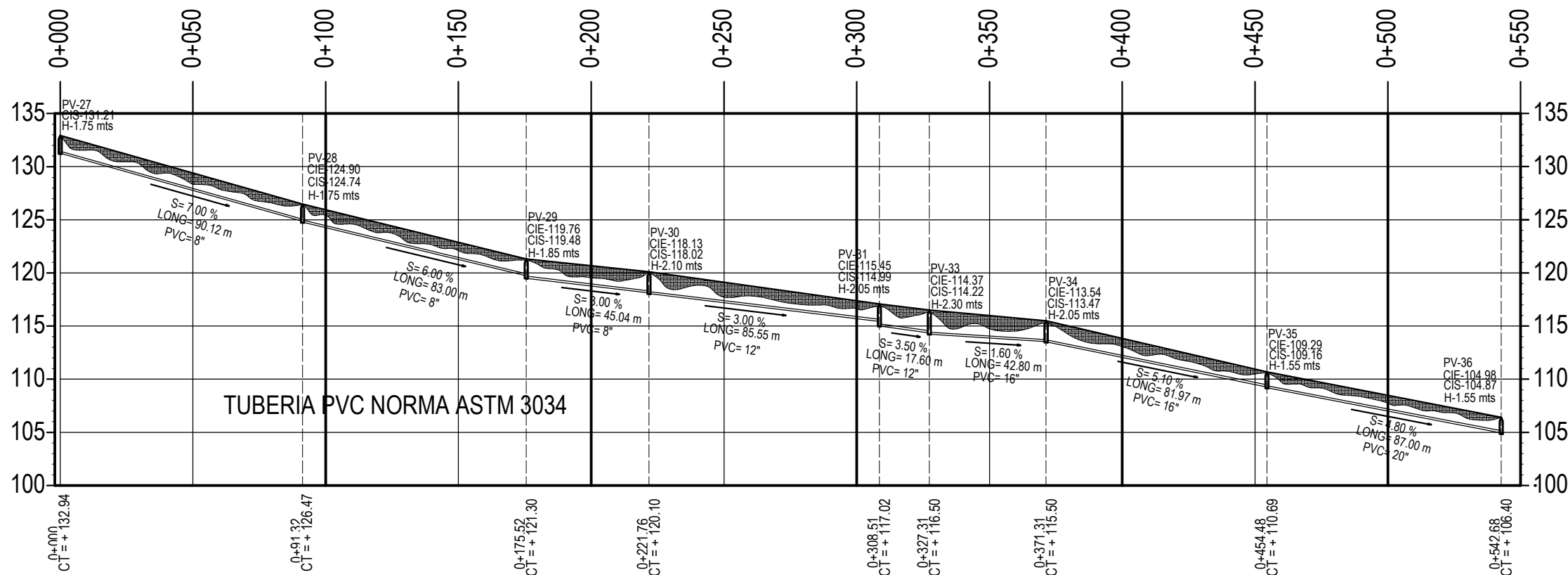
f. Representante - Municipalidad
Ciudad Vieja, Sacatepequez

f. Inga Christa Classon de Pinto



PLANTA - ALCANTARILLADO SANITARIO

2da. Ave. ZONA 1 DEL PV-27 AL PV-36 ESCALA HORIZONTAL: 1:2000



TUBERIA PVC NORMA ASTM 3034

PERFIL - ALCANTARILLADO SANITARIO

2da. Ave. ZONA 1 DEL PV-27 AL PV-36 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:250



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Área de Ejercicio Profesional Supervisado

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Separativo de Agua Pluvial y Sanitaria para la Zonas 1 y 2 de Ciudad Vieja, Sacatepequez, Guatemala

HOJA NÚMERO

6
16

PLANO
NÚMERO
6

CONTIENE: PLANTA - PERFIL
ALCANTARILLADO SANITARIO
TRAMOS INDICADOS

FECHA:
Julio 2, 015

DISEÑO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

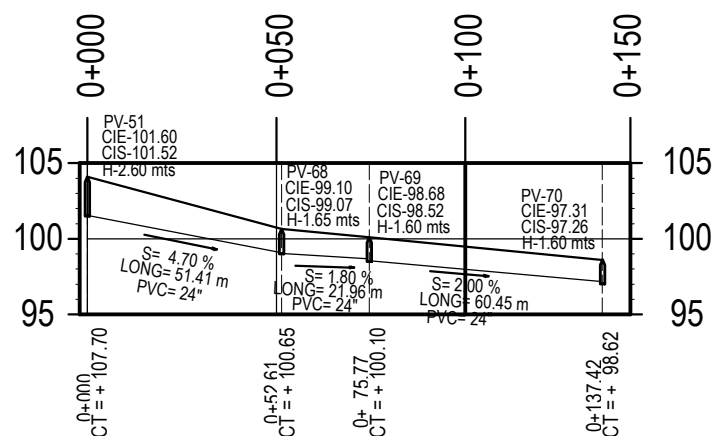
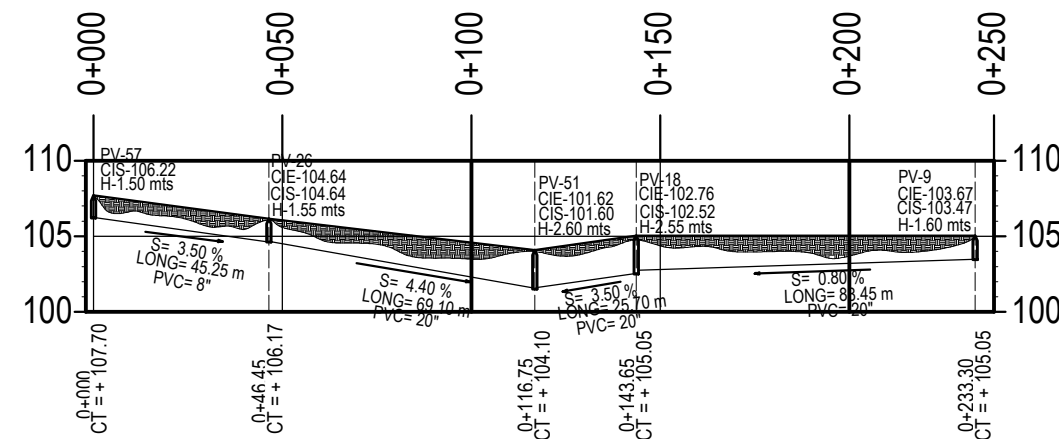
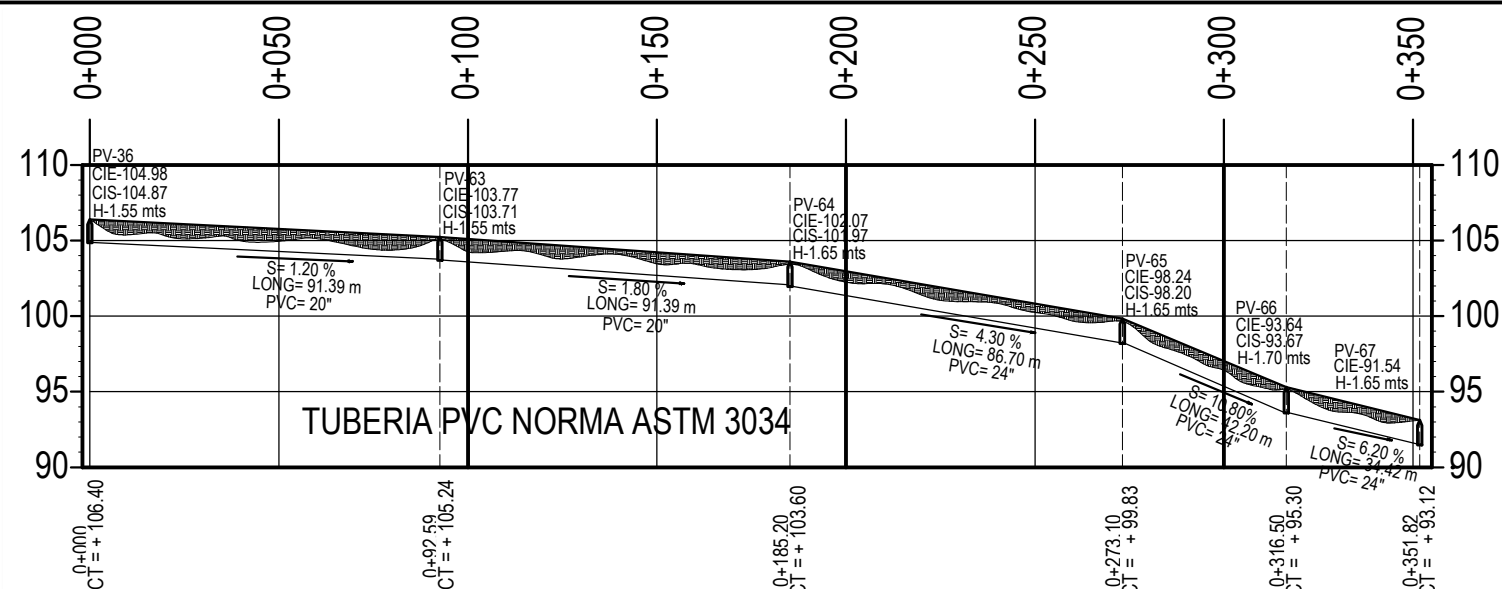
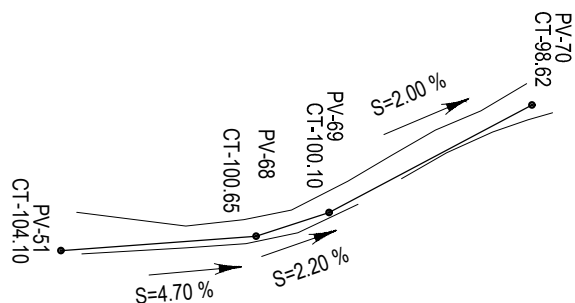
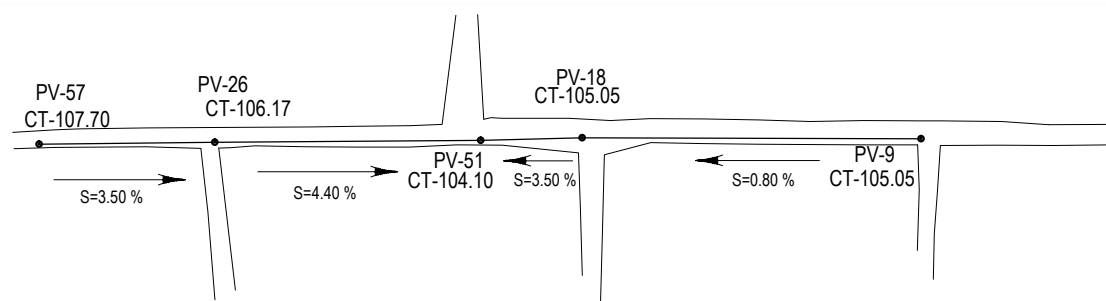
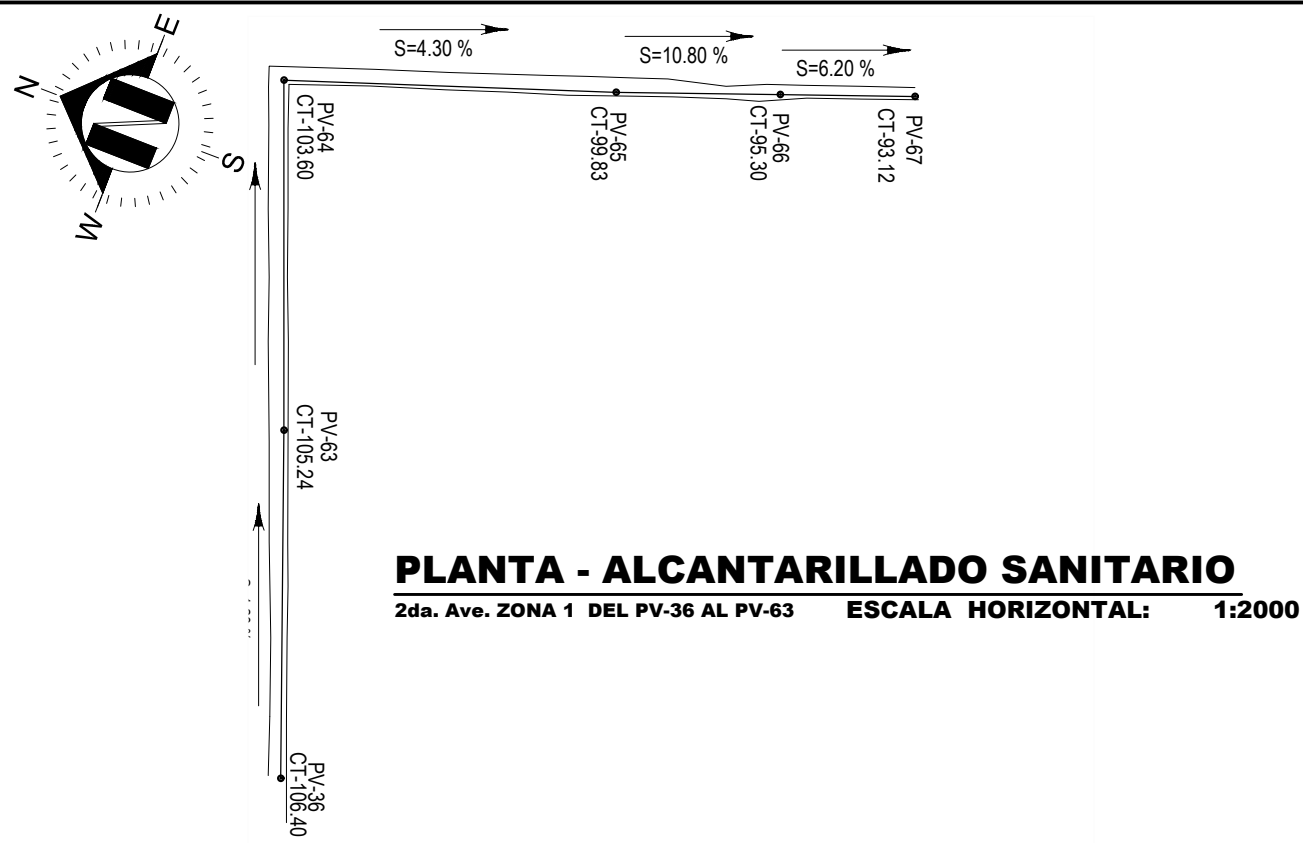
CALCULO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES


DIBUJO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

ESCALA:
INDICADA

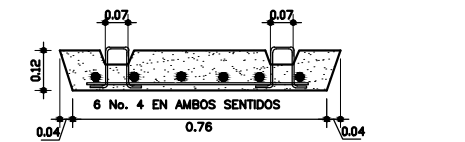
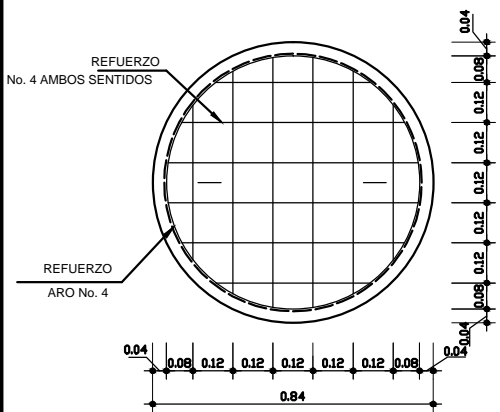
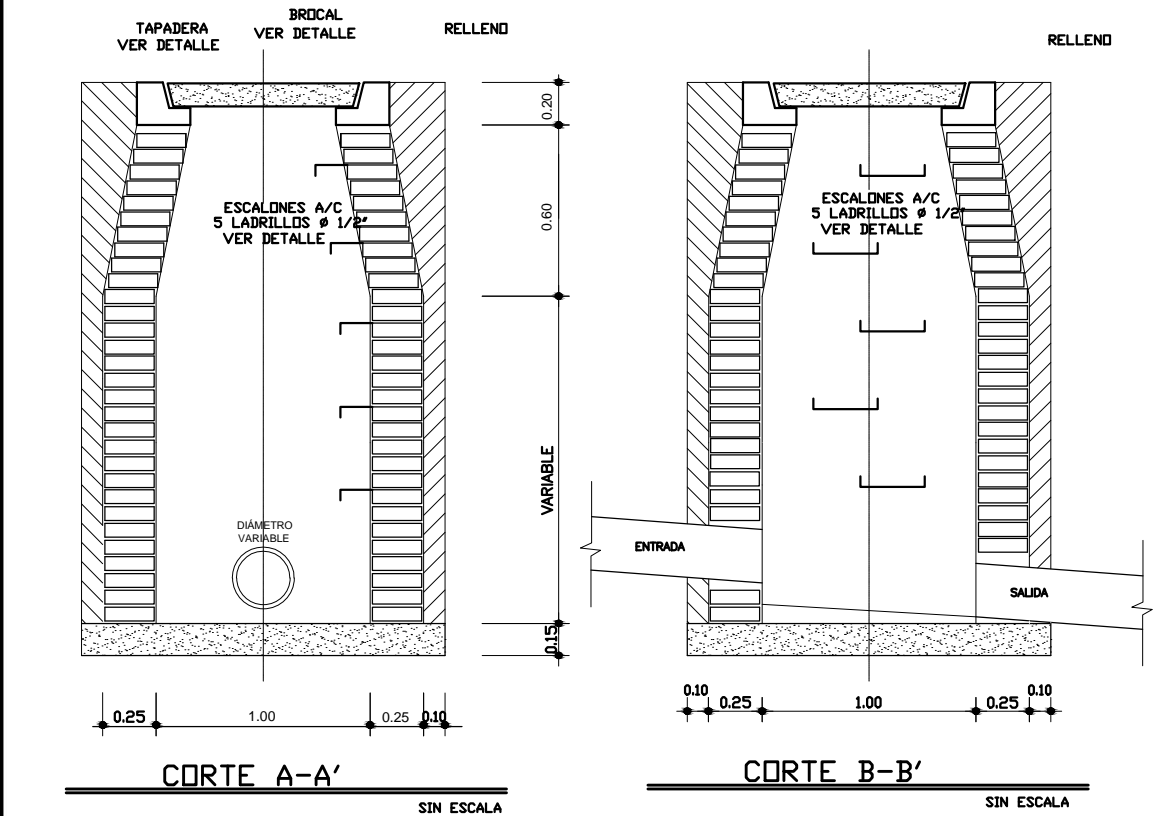
f. Representante - Municipalidad
Ciudad Vieja, Sacatepequez

f. Inga Christa Classon de Pinto



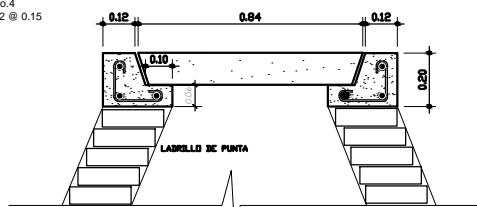
		Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Área de Ejercicio Profesional Supervisado	
PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Separativo de Agua Pluvial y Sanitaria para la Zonas 1 y 2 de Ciudad Vieja, Sacatepequez, Guatemala		HOJA NÚMERO 7 / 16	PLANO NÚMERO 7
CONTIENE: PLANTA - PERFIL ALCANTARILLADO SANITARIO TRAMOS INDICADOS		FECHA: Julio 2, 015	
DISEÑO: CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES	CALCULO: CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES		
DIBUJO: CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES	ESCALA: INDICADA		
f. Representante - Municipalidad Ciudad Vieja, Sacatepequez		f. Inga Christa Classon de Pinto	

POZO DE VISITA TÍPICO



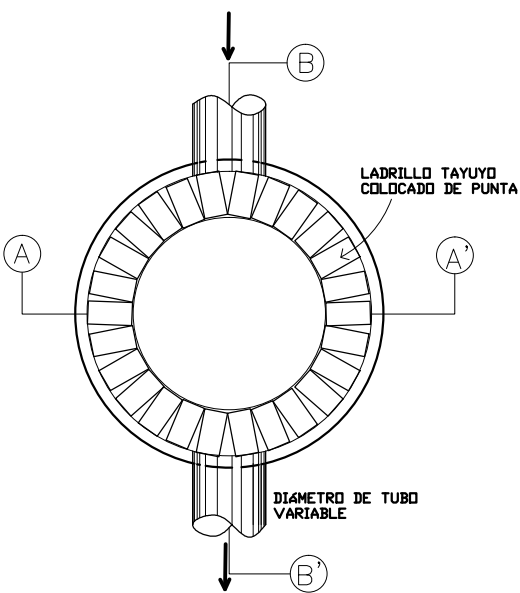
TAPADERA DE POZO
PLANTA Y SECCIÓN

3 AROS No. 4
+ ESL No. 2 @ 0.15



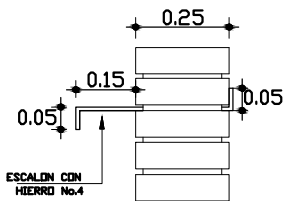
DETALLE DE BROCAL

SIN ESCALA



POZO DE VISITA
PLANTA

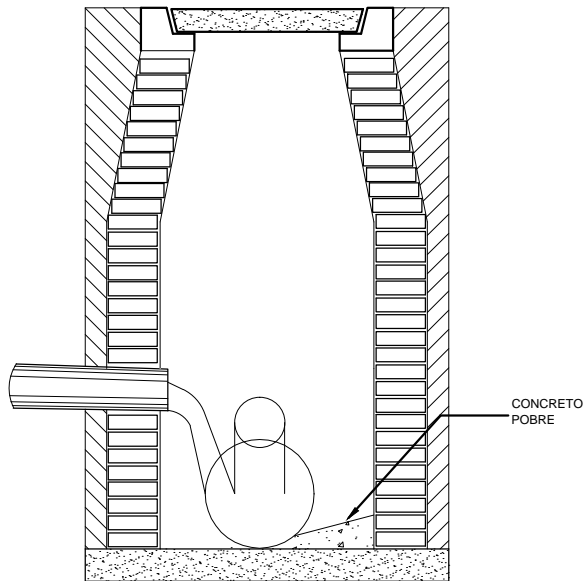
SIN ESCALA



DETALLE DE ESCALON
ELEVACION

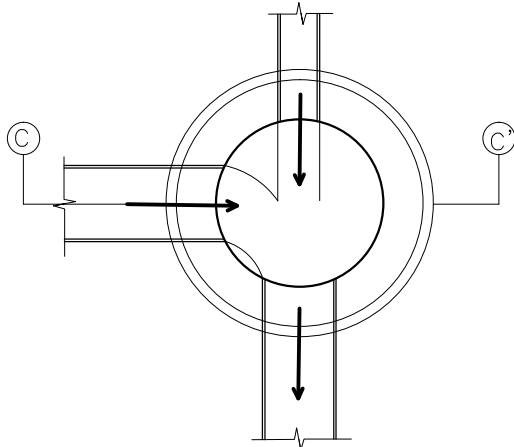
SIN ESCALA

POZO DE VISITA ENTRADAS



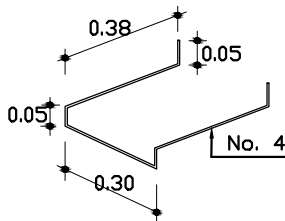
CORTE C-C'

SIN ESCALA



POZO DE VISITA 2 ENTRADAS

SIN ESCALA



DETALLE DE ESCALON
ISOMETRICO

SIN ESCALA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CONCRETO:

1. El concreto debe tener una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² (3000 psi).
2. El agregado grueso debera tener un minimo de D=1/2" y un maximo de 1 1/2"
3. El recubrimiento mínimo para la base será de 7.5cm y de 3 a 5 cm para la tapadera.

ACERO:

1. El acero debe tener un fy=2810kg/cm².

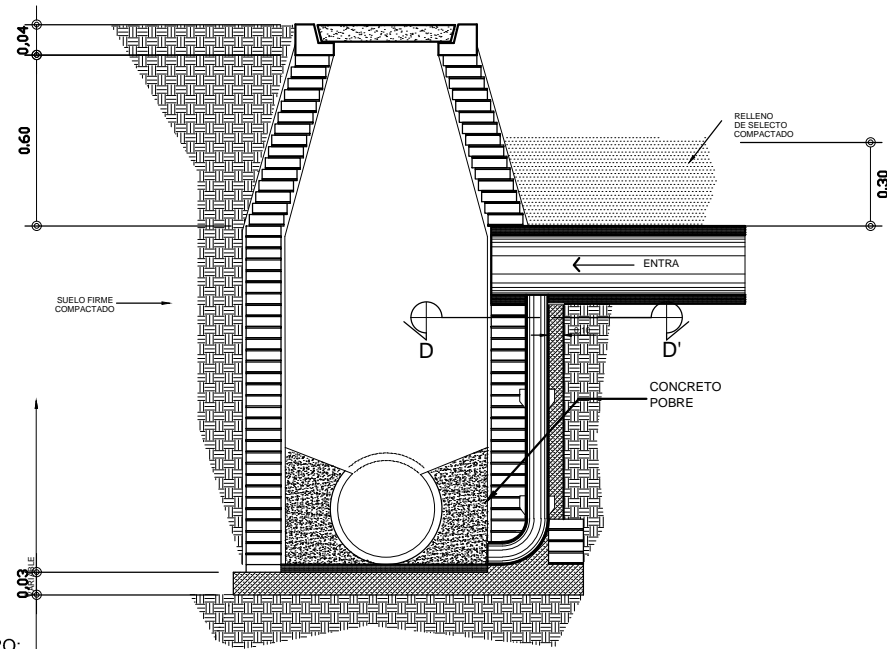
AGUA:

1. Relación agua/cemento maxima permisible 29.3 lt/saco cemento

MAMPOSTERÍA:

1. El ladrillo a usar en pozos de visita sera de barro cocido tipo tayuyo de 6.5 x 11x 23 cm
2. La mampostería será conforme a la norma ASTM C-62.
3. El ladrillo tayuyo tendrá una resistencia a la compresión mínima de 84 kg/cm².

POZO DE VISITA CAIDA LIBRE



SECCION D - D'

MORTERO:

1. El agua a utilizar debe ser limpia y libre de cualquier sustancia dañina.
2. El cemento a utilizar debe ser Portland tipo 1, ASTM C-150.
3. Se utilizará arena de río seca, ASTM C-144C.

TUBERÍA:

1. Toda la tubería deberá cumplir con la norma ASTM F949.
2. No debe utilizarse tubería de diámetro menor a lo especificado en planos.
3. Toda la tubería se colocara alineada y con la pendiente especificada en planos.

NOTAS:

1. Las tapaderas y brocales deberán curarse según las especificaciones del ACI 318, antes de su colocación.
2. Los pozos deberán identificarse de acuerdo al plano de red general.
3. La tubería de la sección D-D' debera contener una silleta T (en colector) , y un codo a 90 grados.



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Área de Ejercicio Profesional Supervisado

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Separativo de Agua Pluvial y Sanitaria para la Zonas 1 y 2 de Ciudad Vieja, Sacatepequez, Guatemala

HOJA NÚMERO
8 16

PLANO
NÚMERO
8

CONTIENE: DETALLE DE POZOS DE VISITA
ALCANTARILLADO SANITARIO

FECHA:
Julio 2,015

DISEÑO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

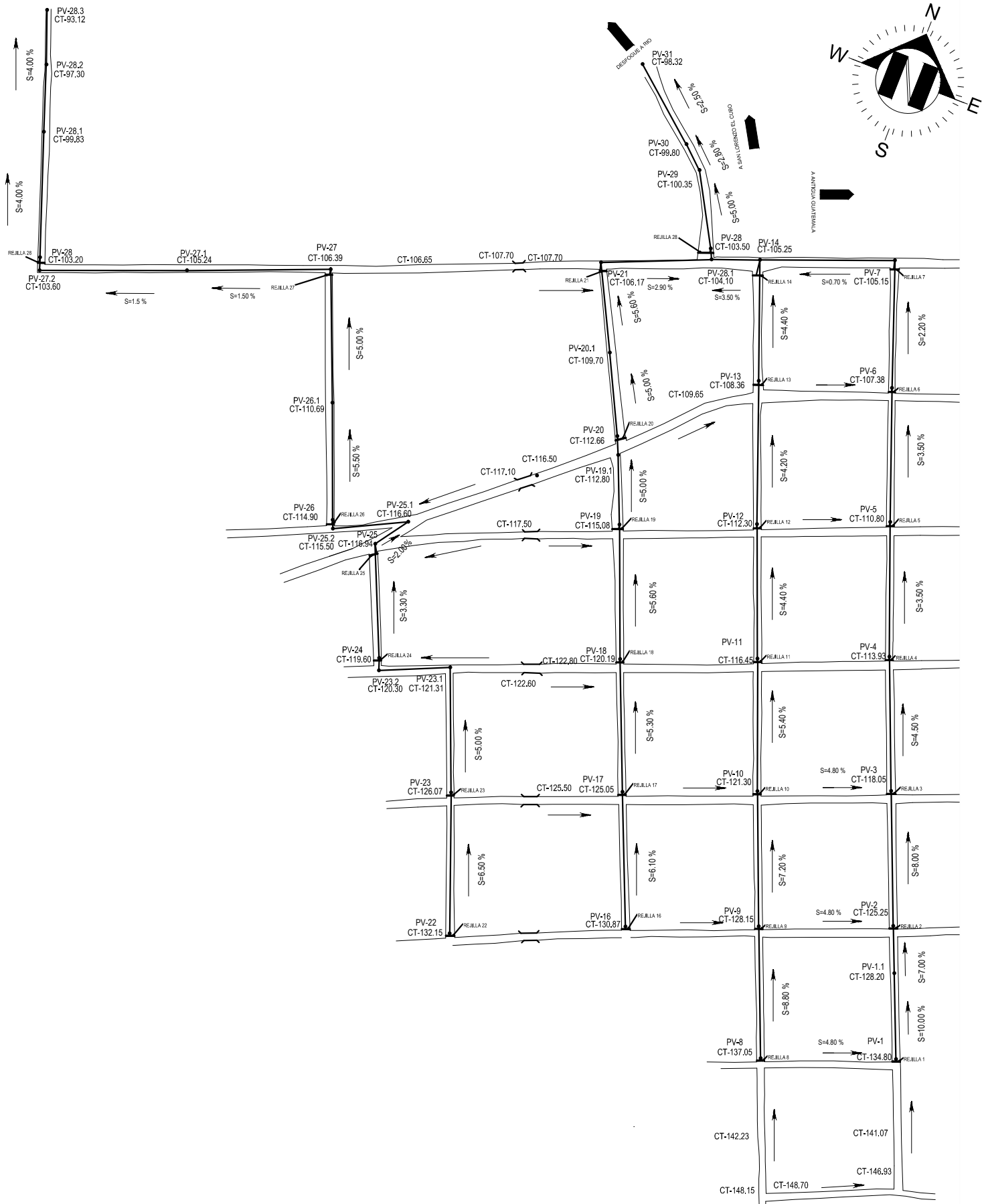
CALCULO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

DIBUJO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

ESCALA:
INDICADA

f. Representante - Municipalidad
Ciudad Vieja, Sacatepequez

f. Inga Christa Classon de Pinto



PLANTA GENERAL ALCANTARILLADO PLUVIAL

ESCALA HORIZONTAL: 1:2500

TRAMO	DE PV	A PV	DISTANCIA ENTRE POZOS	S% Terreno	DIAMETRO TUBERIA	S% TUBERIA
RAMAL 1	1	1.1	57.22	11.53	18	10.00
	1.2	2	30.85	9.56	18	7.00
	2	3	87.87	8.19	24	8.00
	3	4	87.4	4.71	24	4.50
	4	5	87.6	3.57	24	3.50
	5	6	87.15	3.92	24	3.50
	6	7	83.06	2.26	24	2.20
RAMAL 2	7	14	87.38	0.29	36	0.70
	8	9	89.21	9.98	18	8.80
	9	10	92	7.45	18	7.20
	10	11	91.62	5.29	24	5.40
	11	12	87.49	4.74	24	4.40
	12	13	93.34	4.22	24	4.20
	13	14	78.67	3.95	36	4.40
RAMAL 3	14	28.1	31.06	3.70	36	3.50
	15	16	86.68	11.86	18	10.50
	16	17	91.72	6.35	18	6.10
	17	18	91.81	5.29	18	5.30
	18	19	87.49	5.84	24	5.60
	19	19.1	46.32	4.92	24	5.00
	19.1	20	11.74	1.19	24	2.00
	20	20.1	58.91	5.02	24	5.00
	20.1	21	62.94	5.61	36	5.60
	21	28.1	71.69	2.89	36	2.90
	28.1	28	6.78	8.85	42	6.00
	28	29	44.22	7.12	42	5.00
	29	30	19.16	2.87	42	2.80
	30	31	61.13	2.42	42	2.50

TRAMO	DE PV	A PV	DISTANCIA ENTRE POZOS	S% Terreno	DIAMETRO TUBERIA	S% TUBERIA
RAMAL 4	22	23	93.33	6.51	18	6.50
	23	23.1	86.95	5.47	18	5.00
	23.1	23.2	46	2.20	18	3.00
	23.2	24	15.13	4.63	24	3.50
	24	25	75.22	3.54	24	3.30
	25	25.1	25.67	1.32	24	2.00
	25.1	25.2	49.71	2.21	24	2.00
	25.2	26	5.35	11.21	24	5.00
	26	26.1	76.58	5.50	24	5.50
	26.1	27	86.65	4.96	36	5.00
	27	27.1	93.77	1.23	36	1.50
	27.1	27.2	95.58	1.72	36	1.50
	27.2	28	7.96	5.03	42	4.00
	28	28.1	81.52	4.13	42	4.00
RAMAL 4	28.1	28.2	43.28	5.85	42	4.00
	28.2	28.3	35.37	11.82	42	8.00

DATOS DESCRIPTIVOS DE TRAMOS ALCANTARILLADO

SIMBOLOGIA	
	TUBERIA DE PVC
	DIRECCION DE PENDIENTE EN CADA TRAMO
	INDICA EL NÚMERO DE POZO DE VISITA
	INDICA POZO DE VISITA
	COTA DE TERRENO
	INDICA PUENTE

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Área de Ejercicio Profesional Supervisado

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Separativo de Agua Pluvial y Sanitaria para la Zonas 1 y 2 de Ciudad Vieja, Sacatepequez, Guatemala

CONTIENE: PLANTA GENERAL ALCANTARILLADO PLUVIAL

DISEÑO: CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES

CALCULO: CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES

DIBUJO: CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES

ESCALA: INDICADA

HOJA NÚMERO 9 / 16

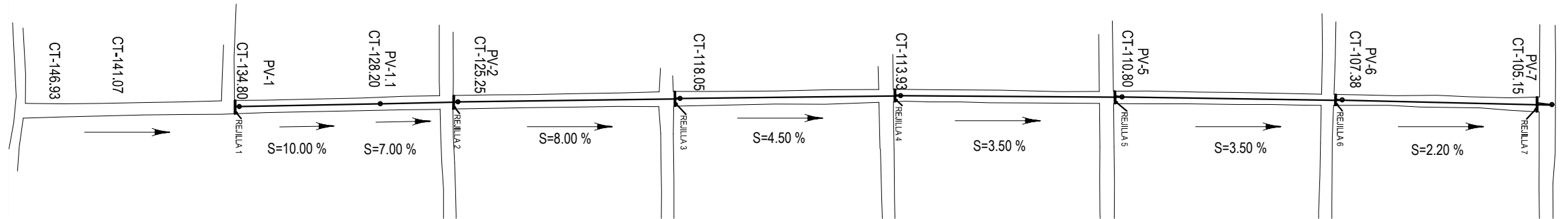
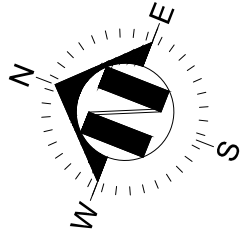
PLANO NÚMERO 9

FECHA: Julio 2, 2015

f. Representante - Municipalidad Ciudad Vieja, Sacatepequez

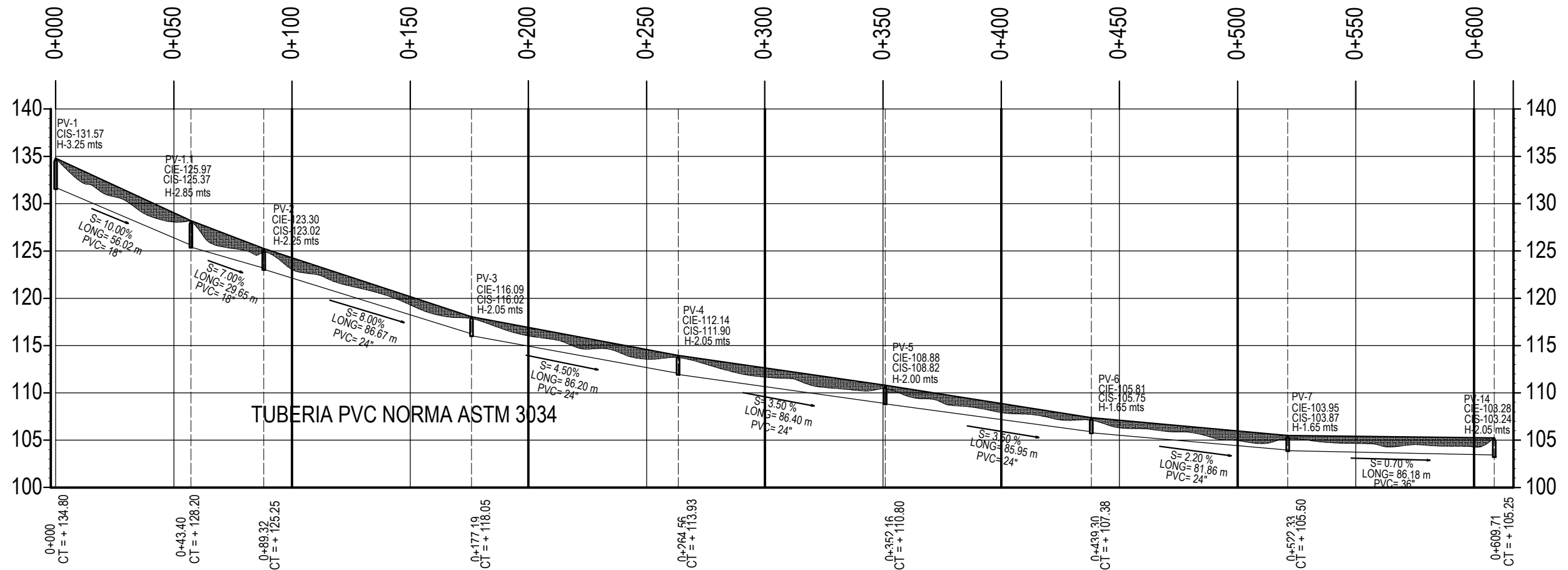
f. Inga Christa Classon de Pinto

ESCALA HORIZONTAL: 1:2500




PLANTA - ALCANTARILLADO PLUVIAL

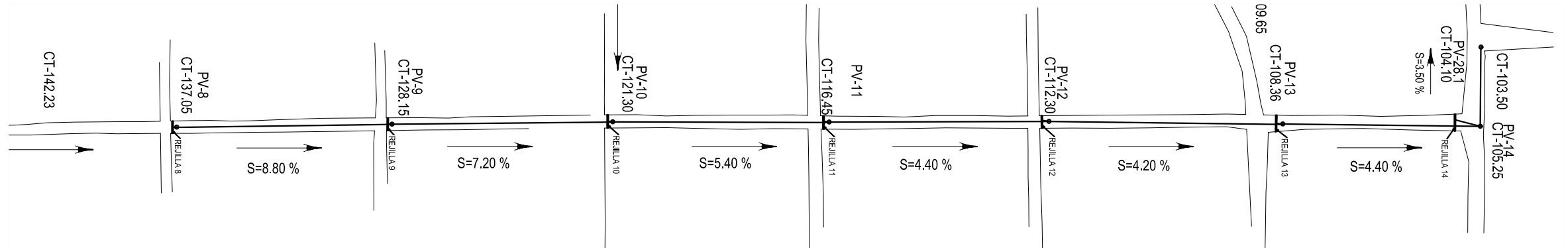
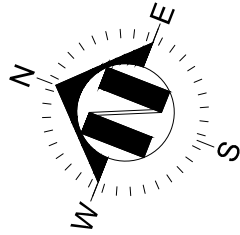
1a. Ave. ZONA 2 DEL PV-1 AL PV-7, PV-14 ESCALA HORIZONTAL: 1:2000



PERFIL - ALCANTARILLADO PLUVIAL

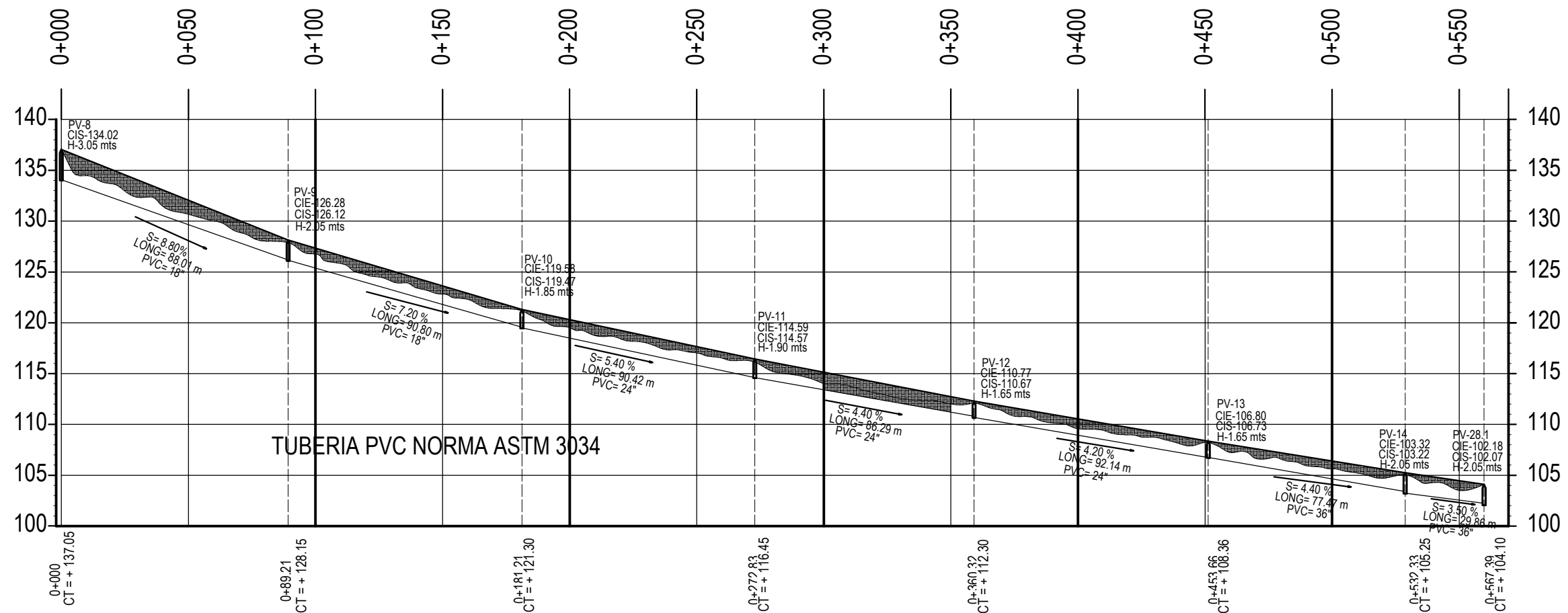
1a. Ave. ZONA 2 DEL PV-1 AL PV-7, PV-14 ESCALA HORIZONTAL: 1:2000
ESCALA VERTICAL: 1:250

		Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Área de Ejercicio Profesional Supervisado	
PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Separativo de Agua Pluvial y Sanitaria para la Zonas 1 y 2 de Ciudad Vieja, Sacatepequez, Guatemala		HOJA NÚMERO 10 / 16	PLANO NÚMERO 10
CONTIENE: PLANTA - PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMOS INDICADOS		FECHA: Julio 2, 015	
DISEÑO: CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES	CALCULO: CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES		
DIBUJO: CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES	ESCALA: INDICADA		
		f. Representante - Municipalidad Ciudad Vieja, Sacatepequez	f. Inga Christa Classon de Pinto




PLANTA - ALCANTARILLADO PLUVIAL

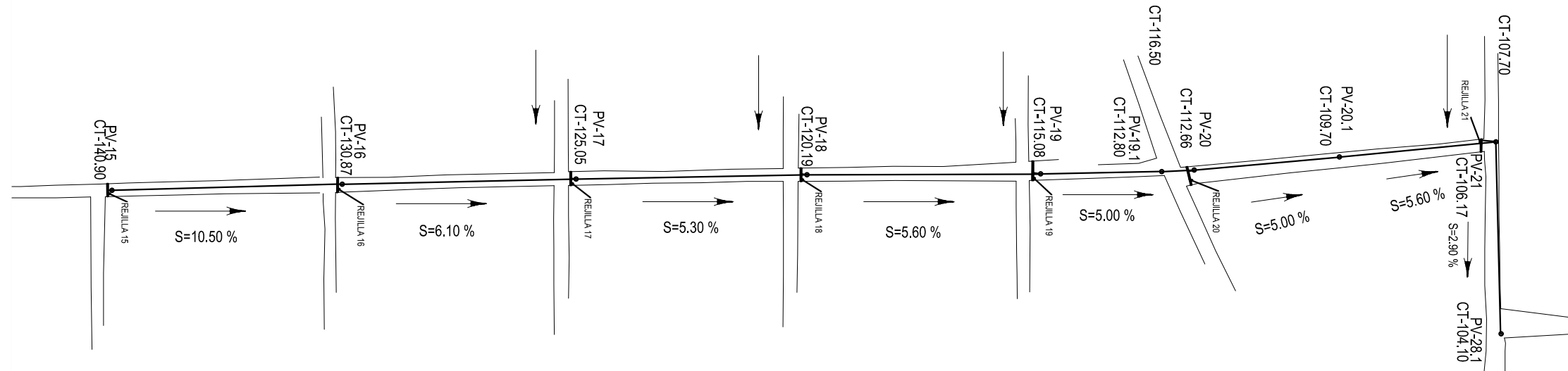
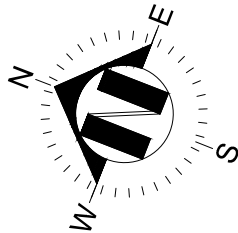
2da. Ave. ZONA 2 DEL PV-8 AL PV-14, PV-28.1 ESCALA HORIZONTAL: 1:2000



PERFIL - ALCANTARILLADO PLUVIAL

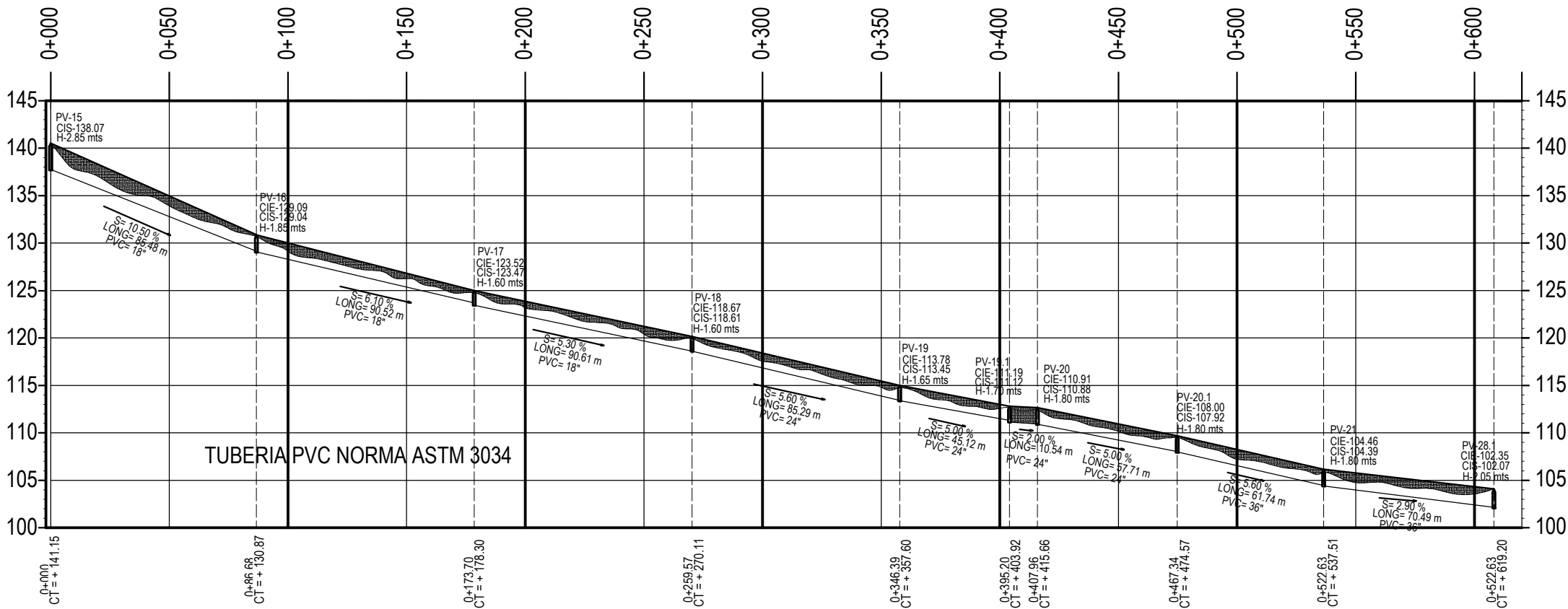
2da. Ave. ZONA 2 DEL PV-8 AL PV-14, PV-28.1 ESCALA HORIZONTAL: 1:2000
ESCALA VERTICAL: 1:250

		Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Área de Ejercicio Profesional Supervisado	
PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Separativo de Agua Pluvial y Sanitaria para la Zonas 1 y 2 de Ciudad Vieja, Sacatepequez, Guatemala		HOJA NÚMERO 11 / 16	PLANO NÚMERO 11
CONTIENE: PLANTA - PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMOS INDICADOS		FECHA: Julio 2, 015	
DISEÑO: CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES	CALCULO: CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES		
DIBUJO: CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES	ESCALA: INDICADA		
		f. Representante - Municipalidad Ciudad Vieja, Sacatepequez	f. Inga Christa Classon de Pinto



PLANTA - ALCANTARILLADO PLUVIAL

3er. Ave. ZONA 2 DEL PV-15 AL PV-21, PV-28.1 ESCALA HORIZONTAL: 1:2000



PERFIL - ALCANTARILLADO PLUVIAL

3er. Ave. ZONA 2 PV-15 AL PV-21, PV-28.1 ESCALA HORIZONTAL: 1:2000
ESCALA VERTICAL: 1:250



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Área de Ejercicio Profesional Supervisado

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Separativo de Agua Pluvial y Sanitaria para la Zonas 1 y 2 de Ciudad Vieja, Sacatepequez, Guatemala

CONTIENE: PLANTA - PERFIL
ALCANTARILLADO PLUVIAL
TRAMOS INDICADOS

DISEÑO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

DIBUJO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

CALCULO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

ESCALA:
INDICADA

f. Representante - Municipalidad
Ciudad Vieja, Sacatepequez

f. Inga Christa Classon de Pinto

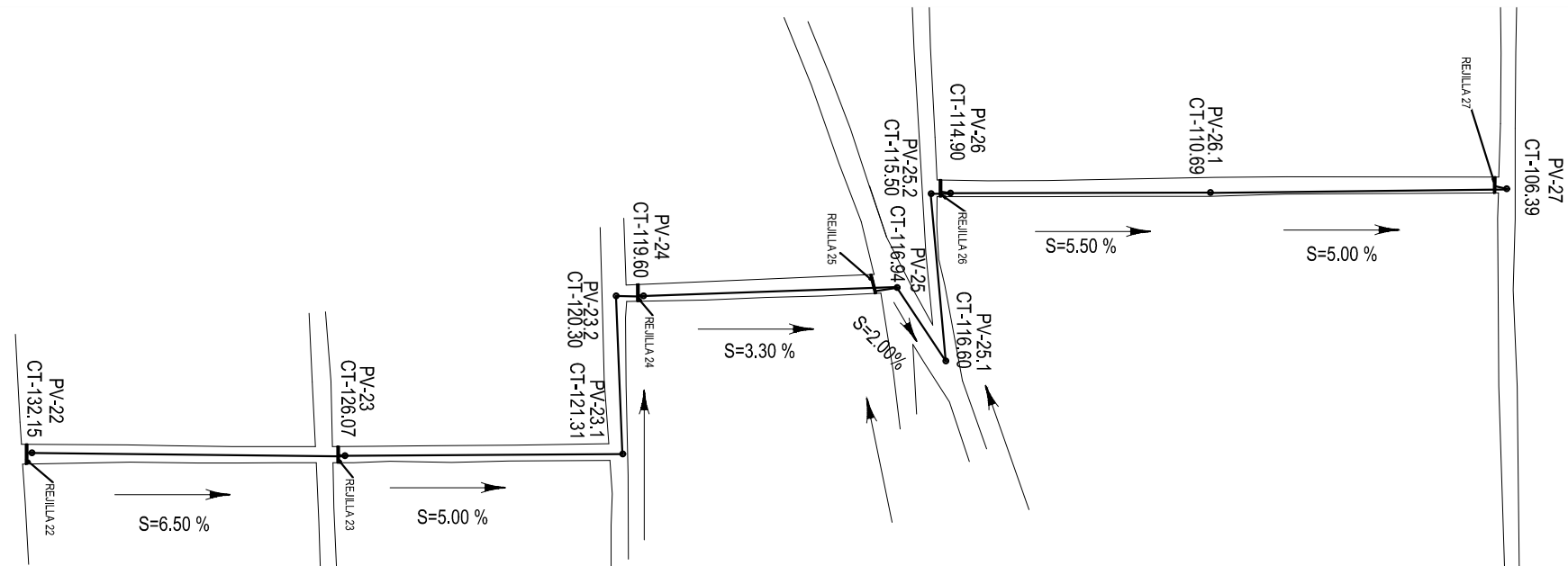
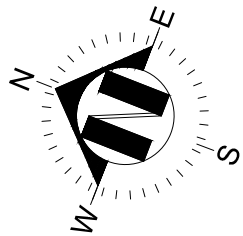
HOJA NÚMERO

12 / 16

FECHA:
Julio 2, 015

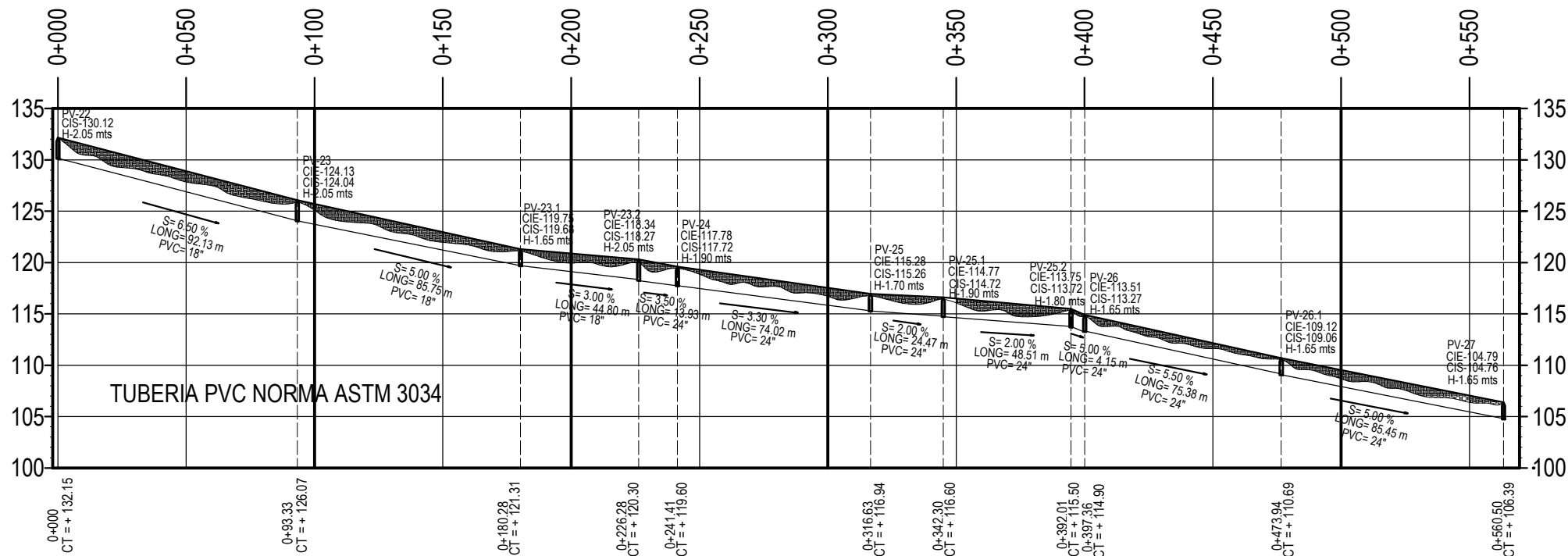
PLANO
NÚMERO

12



PLANTA - ALCANTARILLADO PLUVIAL

2da. Ave. ZONA 1 DEL PV-22 AL PV-27 ESCALA HORIZONTAL: 1:2000



PERFIL - ALCANTARILLADO PLUVIAL

2da. Ave. ZONA 1 DEL PV-22 AL PV-27 ESCALA HORIZONTAL: 1:2000
ESCALA VERTICAL: 1:250



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Área de Ejercicio Profesional Supervisado

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Separativo de Agua Pluvial y Sanitaria para la Zonas 1 y 2 de Ciudad Vieja, Sacatepequez, Guatemala

CONTIENE: PLANTA - PERFIL
ALCANTARILLADO PLUVIAL
TRAMOS INDICADOS

DISEÑO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

CALCULO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

DIBUJO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

ESCALA:
INDICADA

f. Representante - Municipalidad
Ciudad Vieja, Sacatepequez

f. Inga Christa Classon de Pinto

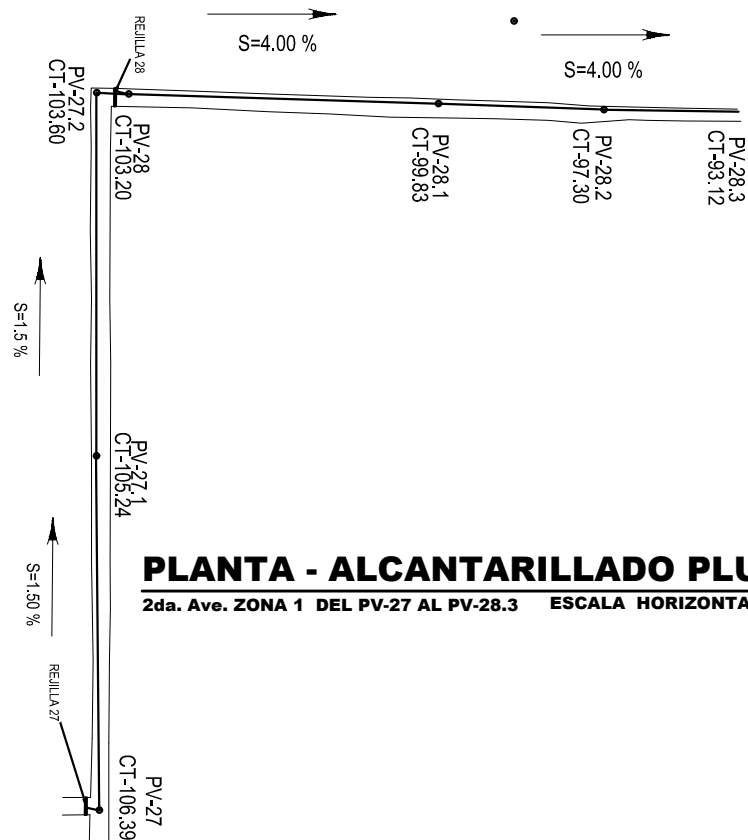
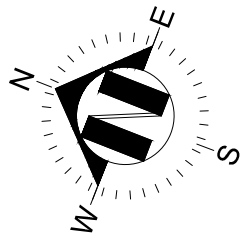
HOJA NÚMERO

13 / 16

FECHA:
Julio 2, 015

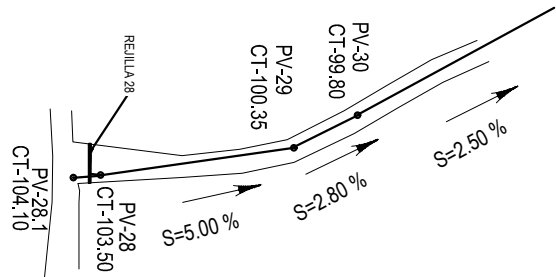
PLANO
NÚMERO

13



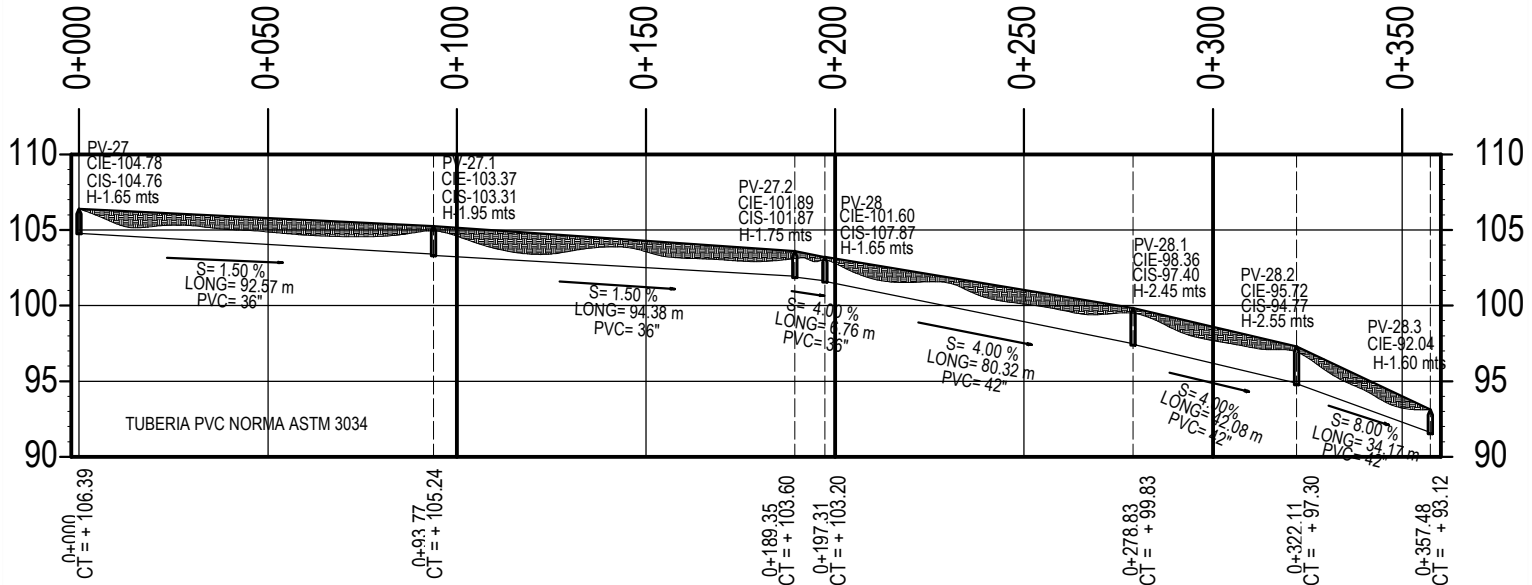
PLANTA - ALCANTARILLADO PLUVIAL

2da. Ave. ZONA 1 DEL PV-27 AL PV-28.3 ESCALA HORIZONTAL: 1:2000



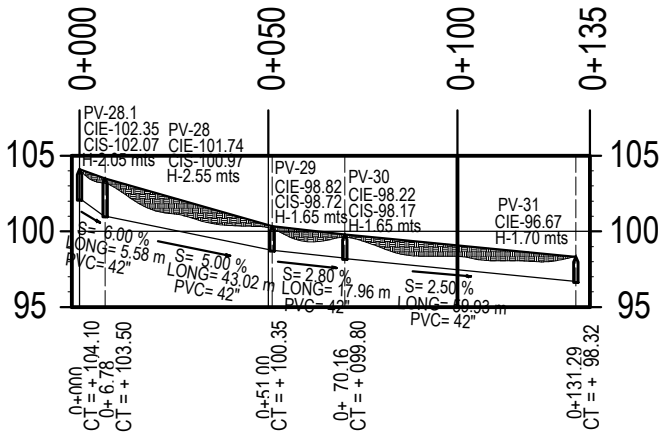
PLANTA - ALCANTARILLADO PLUVIAL

2da. Ave. ZONA 1 DE PV-51, PV-68, PV-69, PV-70
ESCALA HORIZONTAL: 1:2000



PERFIL - ALCANTARILLADO PLUVIAL

2da. Ave. ZONA 1 DEL PV-27 AL PV-28.3 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:250



PERFIL - ALCANTARILLADO PLUVIAL

2da. Ave. ZONA 1 PV-51, PV-68, PV-69, PV-70

ESCALA HORIZONTAL: 1:2000
ESCALA VERTICAL: 1:250



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Área de Ejercicio Profesional Supervisado

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Separativo de Agua Pluvial y Sanitaria para la Zonas 1 y 2 de Ciudad Vieja, Sacatepequez, Guatemala

HOJA NÚMERO

14 / 16

FECHA:
Julio 2, 015

PLANO NÚMERO

14

DISEÑO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

CALCULO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

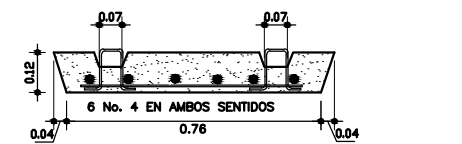
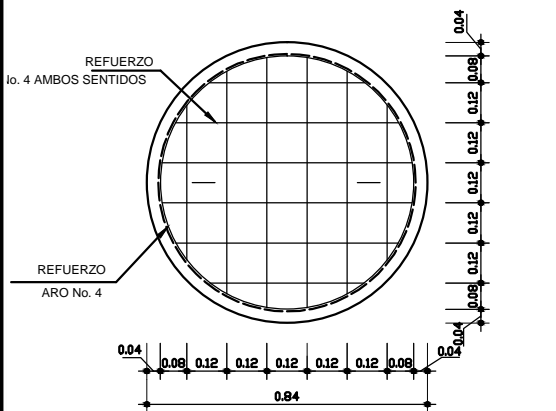
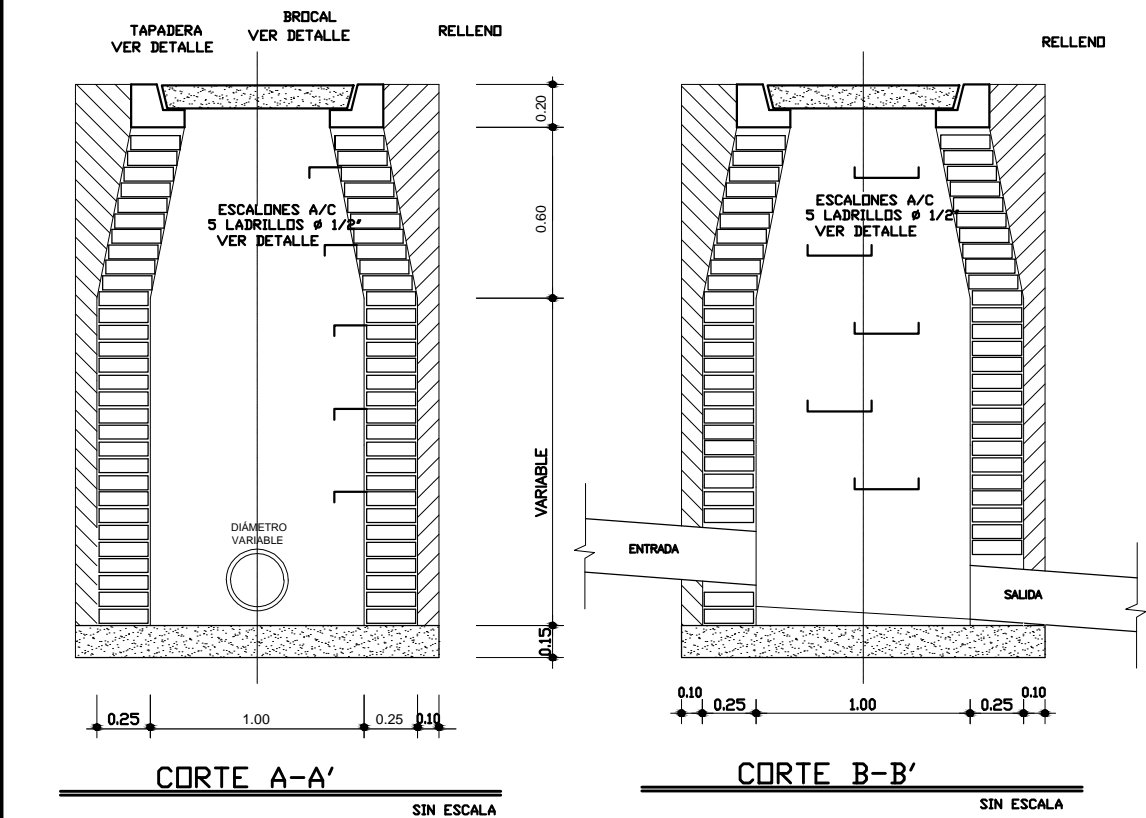
DIBUJO:
CARLOS ENRIQUE
CORONA ARENALES

ESCALA:
INDICADA

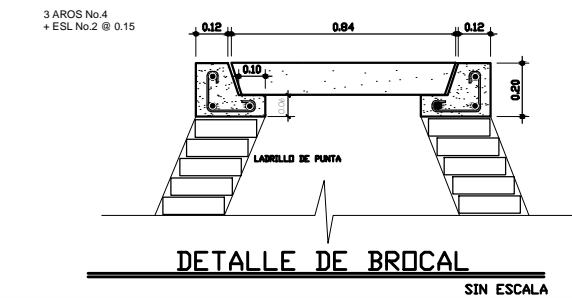
f. Representante - Municipalidad
Ciudad Vieja, Sacatepequez

f. Inga Christa Classon de Pinto

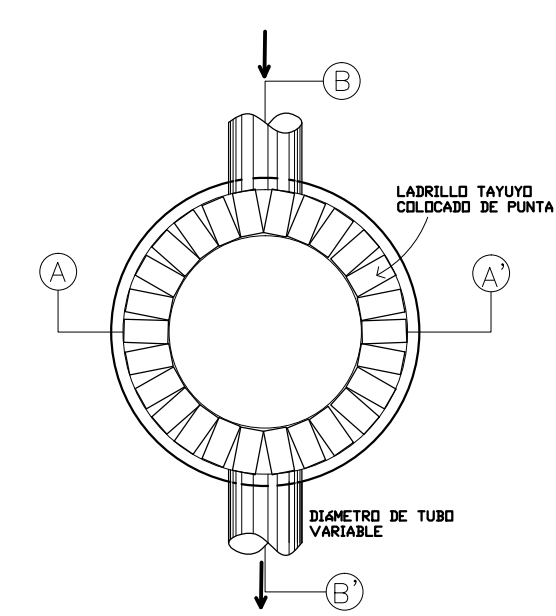
POZO DE VISITA TÍPICO



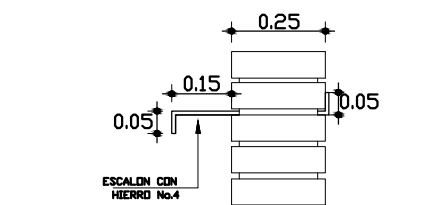
TAPADERA DE POZO
PLANTA Y SECCIÓN SIN ESCALA



DETALLE DE BROCAL

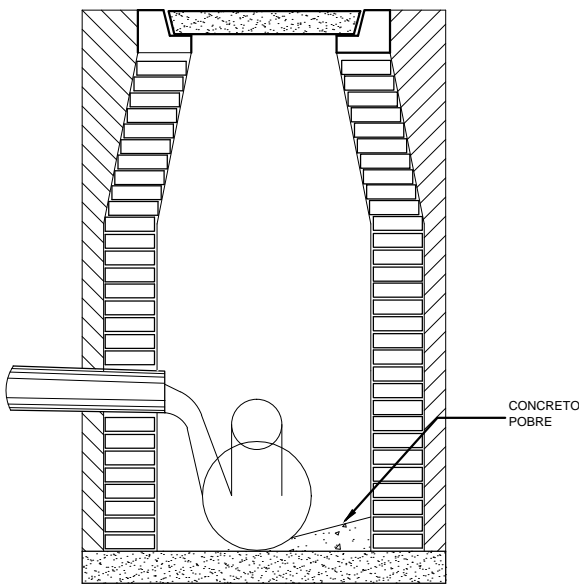


POZO DE VISITA
PLANTA SIN ESCALA

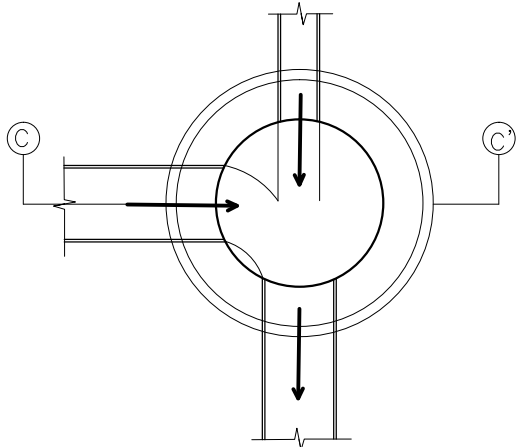


DETALLE DE ESCALON
ELEVACION SIN ESCALA

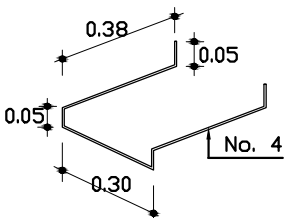
POZO DE VISITA ENTRADAS



CORTE C-C'
SIN ESCALA



POZO DE VISITA 2 ENTRADAS
SIN ESCALA

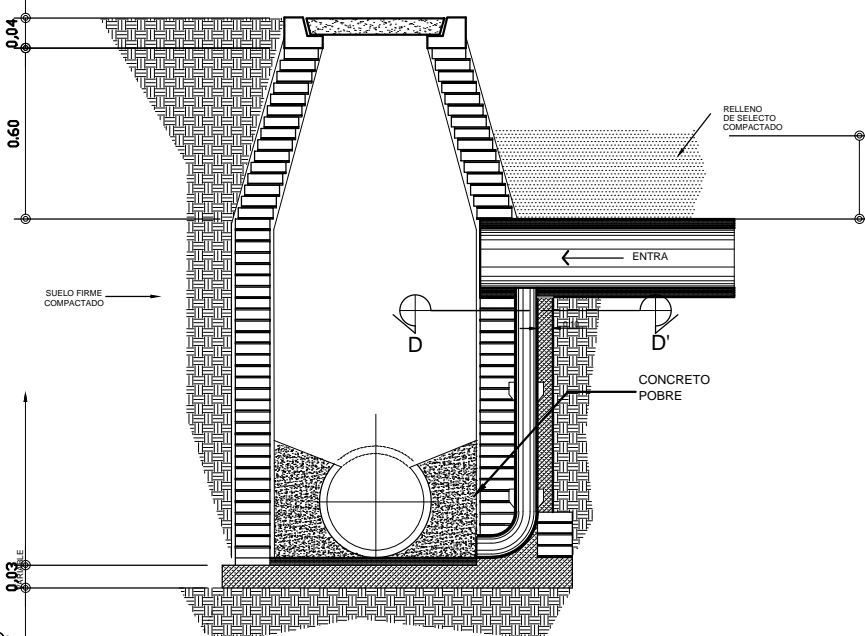


DETALLE DE ESCALON
ISOMETRICO SIN ESCALA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- CONCRETO:
- El concreto debe tener una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² (3000 psi).
 - El agregado grueso debera tener un mínimo de D=1/2" y un máximo de 1 1/2"
 - El recubrimiento mínimo para la base será de 7.5cm y de 3 a 5 cm para la tapadera.
- ACERO:
- El acero debe tener un fy=2810kg/cm².
- AGUA:
- Relación agua/cemento maxima permisible 29.3 lt/saco cemento
- MAMPOSTERÍA:
- El ladrillo a usar en pozos de visita sera de barro cocido tipo tayuyo de 6.5 x 11x 23 cm
 - La mampostería será conforme a la norma ASTM C-62.
 - El ladrillo tayuyo tendrá una resistencia a la compresión mínima de 84 kg/cm2.

POZO DE VISITA CAIDA LIBRE

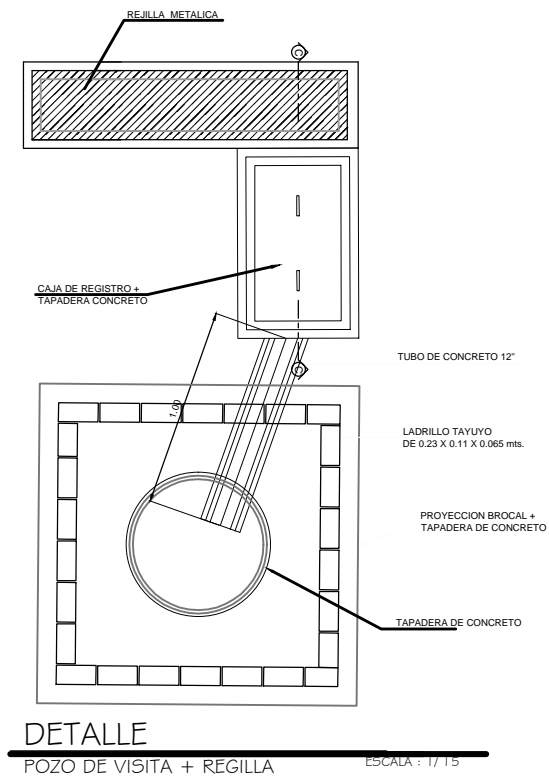
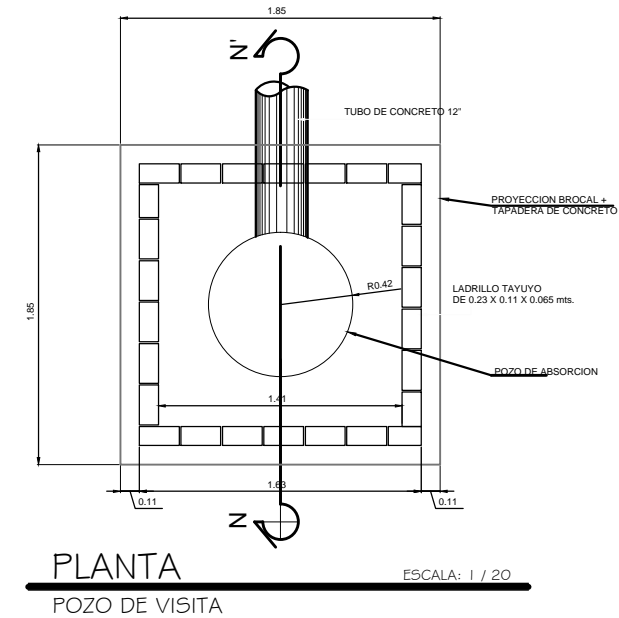
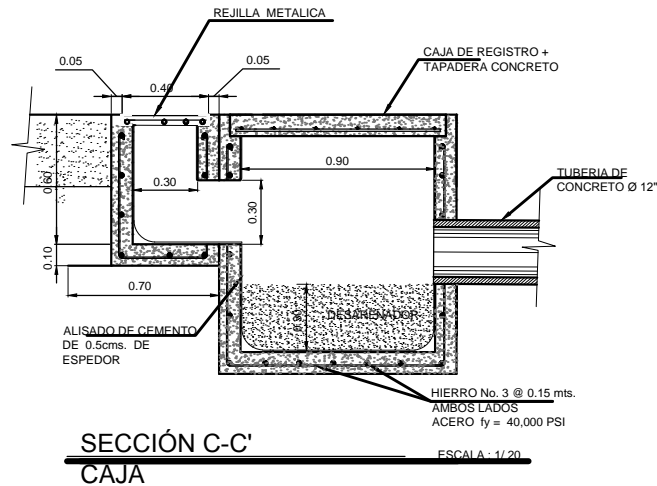
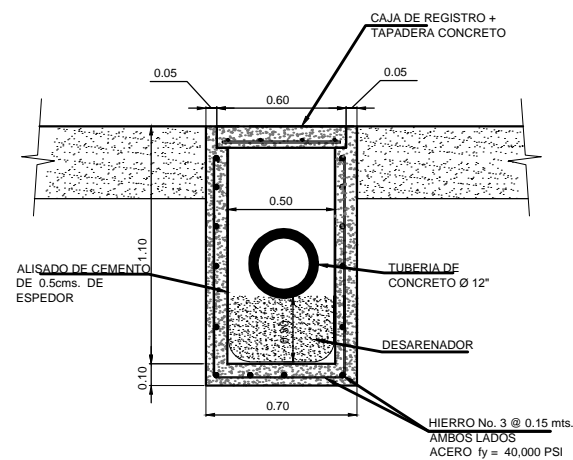
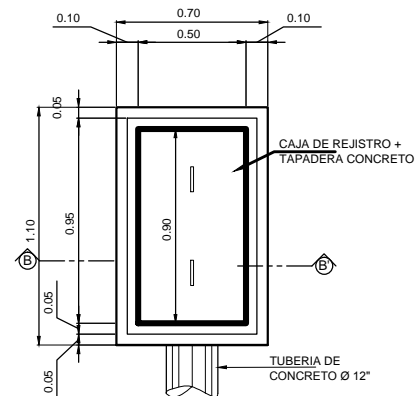
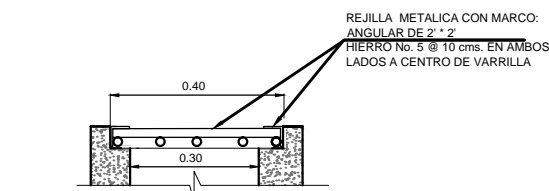
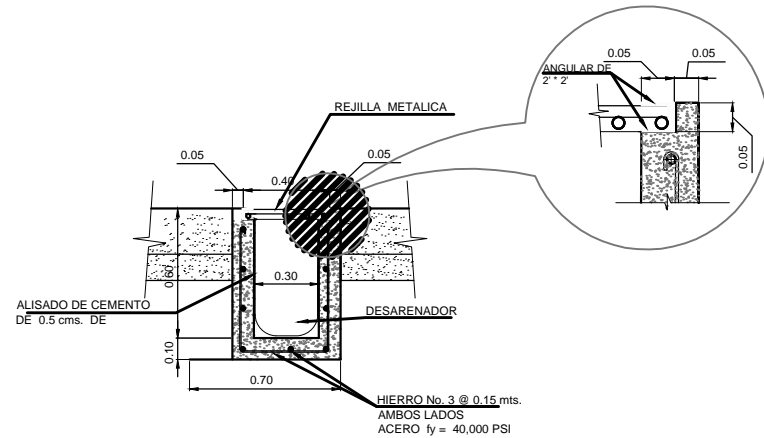
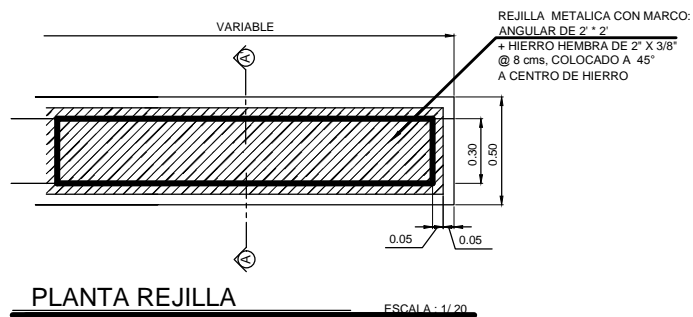



- MORTERO:
- El agua a utilizar debe ser limpia y libre de cualquier sustancia dañina.
 - El cemento a utilizar debe ser Portland tipo 1, ASTM C-150.
 - Se utilizará arena de río seca, ASTM C-144C.
- TUBERÍA:
- Toda la tubería deberá cumplir con la norma ASTM F949.
 - No debe utilizarse tubería de diámetro menor a lo especificado en planos.
 - Toda la tubería se colocara alineada y con la pendiente especificada en planos.

- NOTAS:
- Las tapaderas y brocales deberán curarse según las especificaciones del ACI 318, antes de su colocación.
 - Los pozos deberán identificarse de acuerdo al plano de red general.
 - La tubería de la sección D-D' debera contener una silleta T (en colector) , y un codo a 90 grados.

SECCION D - D'

		Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Área de Ejercicio Profesional Supervisado	
PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Separativo de Agua Pluvial y Sanitaria para la Zonas 1 y 2 de Ciudad Vieja, Sacatepequez, Guatemala		HOJA NÚMERO 15	PLANO NÚMERO 15
CONTIENE: DETALLE DE POZOS DE VISITA Y REJILLA ALCANTARILLADO PLUVIAL		FECHA: Julio 2,015	
DISEÑO: CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES	CALCULO: CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES		
DIBUJO: CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES	ESCALA: INDICADA		
		f. Representante - Municipalidad Ciudad Vieja, Sacatepequez	f. Inga.Christa Classon de Pinto



		Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Área de Ejercicio Profesional Supervisado	
PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Separativo de Agua Pluvial y Sanitaria para la Zonas 1 y 2 de Ciudad Vieja, Sacatepequez, Guatemala		HOJA NÚMERO 16	PLANO NÚMERO 16
CONTIENE: DETALLE DE POZOS DE VISITA Y REGILLA ALCANTARILLADO PLUVIAL		FECHA: Julio 2,015	
DISEÑO: CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES	CALCULO: CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES		
DIBUJO: CARLOS ENRIQUE CORONA ARENALES	ESCALA: INDICADA		
		f. Representante - Municipalidad Ciudad Vieja, Sacatepequez	f. Inga.Christa Classon de Pinto

ANEXO

1. Tablas de relaciones hidráulicas

Anexo 1. **Tabla de relaciones hidráulicas para sección circular**

q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D
0.000001	0.019224	0.001	0.002823	0.218448	0.039
0.000005	0.030507	0.002	0.002980	0.222095	0.040
0.000011	0.039963	0.003	0.003142	0.225709	0.041
0.000021	0.048396	0.004	0.003308	0.229291	0.042
0.000034	0.056141	0.005	0.003479	0.232842	0.043
0.000050	0.063377	0.006	0.003654	0.236362	0.044
0.000070	0.070215	0.007	0.003834	0.239853	0.045
0.000093	0.076728	0.008	0.004019	0.243315	0.046
0.000120	0.082970	0.009	0.004208	0.246749	0.047
0.000151	0.088980	0.010	0.004401	0.250157	0.048
0.000185	0.094787	0.011	0.004699	0.253537	0.049
0.000223	0.100417	0.012	0.004802	0.256893	0.050
0.000265	0.105887	0.013	0.005009	0.260223	0.051
0.000311	0.111215	0.014	0.005221	0.263528	0.052
0.000361	0.116413	0.015	0.005438	0.266810	0.053
0.000415	0.121493	0.016	0.005659	0.270068	0.054
0.000473	0.126464	0.017	0.005885	0.273304	0.055
0.000536	0.131335	0.018	0.006115	0.276517	0.056
0.000602	0.136112	0.019	0.006350	0.279709	0.057
0.000672	0.140803	0.020	0.006590	0.282879	0.058
0.000746	0.145412	0.021	0.006834	0.286029	0.059
0.000825	0.149945	0.022	0.007083	0.289158	0.060
0.000908	0.154406	0.023	0.007337	0.292267	0.061
0.000995	0.158800	0.024	0.007595	0.295356	0.062
0.001086	0.163129	0.025	0.007558	0.298427	0.063
0.001182	0.167398	0.026	0.008126	0.301478	0.064
0.001282	0.171609	0.027	0.008398	0.304512	0.065
0.001386	0.175765	0.028	0.008675	0.307527	0.066
0.001495	0.179868	0.029	0.008956	0.310524	0.067
0.001608	0.183921	0.030	0.009243	0.313504	0.068
0.001725	0.187926	0.031	0.009533	0.316466	0.069
0.001847	0.191885	0.032	0.009829	0.319412	0.070
0.001973	0.195800	0.033	0.010129	0.322342	0.071
0.002103	0.199672	0.034	0.010434	0.325255	0.072
0.002238	0.203503	0.035	0.010744	0.328152	0.073
0.002378	0.207295	0.036	0.011058	0.331034	0.074

Fuente: URETA L., Robert. *Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular*. p. 252.

Continuación del anexo 1.

q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D
0.002521	0.211049	0.037	0.011377	0.333900	0.075
0.002670	0.214766	0.038	0.011701	0.336751	0.076
0.012029	0.339587	0.077	0.035559	0.470746	0.129
0.012362	0.342408	0.078	0.036135	0.473014	0.130
0.012700	0.345215	0.079	0.036715	0.475274	0.131
0.013043	0.348007	0.080	0.037300	0.477526	0.132
0.013390	0.350786	0.081	0.037890	0.479770	0.133
0.013742	0.353551	0.082	0.038484	0.482007	0.134
0.014098	0.356302	0.083	0.039083	0.484236	0.135
0.014459	0.359039	0.084	0.039686	0.486457	0.136
0.014825	0.361764	0.085	0.040294	0.488671	0.137
0.015196	0.364475	0.086	0.040906	0.490877	0.138
0.015571	0.367173	0.087	0.041523	0.493076	0.139
0.015951	0.369859	0.088	0.042154	0.495268	0.140
0.016336	0.372532	0.089	0.042771	0.497452	0.141
0.016726	0.375193	0.090	0.043401	0.499629	0.142
0.017120	0.377842	0.091	0.044036	0.501799	0.143
0.017518	0.380479	0.092	0.044676	0.503961	0.144
0.017922	0.383103	0.093	0.045320	0.506117	0.145
0.018330	0.385717	0.094	0.045969	0.508265	0.146
0.018743	0.388318	0.095	0.046622	0.510407	0.147
0.019161	0.390908	0.096	0.047280	0.512541	0.148
0.019583	0.393487	0.097	0.047943	0.514669	0.149
0.020010	0.396055	0.098	0.048609	0.516790	0.150
0.020441	0.398611	0.099	0.049281	0.518904	0.151
0.020878	0.401157	0.100	0.049956	0.521011	0.152
0.021319	0.403692	0.101	0.050637	0.523112	0.153
0.021765	0.406216	0.102	0.051322	0.525206	0.154
0.022215	0.408730	0.103	0.052011	0.527293	0.155
0.022670	0.411234	0.104	0.052705	0.529374	0.156
0.023130	0.413727	0.105	0.053403	0.531449	0.157
0.023594	0.416210	0.106	0.054106	0.533517	0.158
0.024063	0.418683	0.107	0.054813	0.535578	0.159
0.024537	0.421146	0.108	0.055524	0.537633	0.160
0.025015	0.423599	0.109	0.056240	0.539682	0.161
0.025498	0.426042	0.110	0.056961	0.541725	0.162
0.025986	0.428476	0.111	0.057686	0.543761	0.163
0.026479	0.430901	0.112	0.058415	0.545792	0.164

Fuente: URETA L., Robert. *Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular*. p. 252.

Continuación del anexo 1.

q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D
0.026976	0.433316	0.113	0.059149	0.547816	0.165
0.027477	0.435721	0.114	0.059887	0.549834	0.166
0.027984	0.438117	0.115	0.060630	0.551845	0.167
0.028495	0.440505	0.116	0.061377	0.553851	0.168
0.029010	0.442883	0.117	0.062128	0.555851	0.169
0.029531	0.445252	0.118	0.062884	0.557845	0.170
0.030056	0.447612	0.119	0.063644	0.559833	0.171
0.030585	0.449964	0.120	0.064409	0.561815	0.172
0.031119	0.452307	0.121	0.065178	0.563791	0.173
0.031658	0.454641	0.122	0.065951	0.565762	0.174
0.032202	0.456967	0.123	0.066729	0.567726	0.175
0.032750	0.459284	0.124	0.067511	0.569685	0.176
0.033020	0.461593	0.125	0.068298	0.571638	0.177
0.033860	0.463893	0.126	0.069088	0.573586	0.178
0.034422	0.466185	0.127	0.069883	0.575528	0.179
0.034988	0.468470	0.128	0.070683	0.577464	0.180
0.071487	0.579395	0.181	0.167660	0.742568	0.277
0.072295	0.581320	0.182	0.168847	0.744067	0.278
0.073107	0.583240	0.183	0.170037	0.745563	0.279
0.073924	0.585154	0.184	0.171231	0.747054	0.280
0.074745	0.587063	0.185	0.172428	0.748542	0.281
0.075570	0.588966	0.186	0.173629	0.750026	0.282
0.075400	0.590864	0.187	0.174833	0.751507	0.283
0.077234	0.592756	0.188	0.176041	0.752984	0.284
0.078072	0.594644	0.189	0.177253	0.754458	0.285
0.078914	0.596526	0.190	0.178467	0.755927	0.286
0.079761	0.598402	0.191	0.179686	0.757394	0.287
0.080612	0.600274	0.192	0.180907	0.758856	0.288
0.081467	0.602140	0.193	0.182132	0.760316	0.289
0.082326	0.604001	0.194	0.183361	0.761771	0.290
0.083190	0.605857	0.195	0.184593	0.763223	0.291
0.084058	0.607708	0.196	0.185828	0.764672	0.292
0.084930	0.609553	0.197	0.187066	0.766117	0.293
0.085806	0.611394	0.198	0.188309	0.767559	0.294

Fuente: URETA L., Robert. *Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular*. p. 252.